ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 2 JUIN 1925.

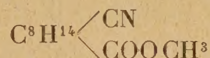
PRÉSIDENCE DE M. E.-L. BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'iodure de méthylmagnésium sur les éthers de l'α-mononitrile de l'acide camphorique.* Note (¹) de MM. **A. Haller** et **F. Salmon-Legagneur.**

Nous avons décrit (²) l'action du bromure de phénylmagnésium sur l'éther méthylique de l'α-mononitrile de l'acide camphorique :



$$C^8H^{14}\begin{cases} CN \\ COOCH^3 \end{cases}$$

la présente Note a pour but d'exposer les résultats que nous avons obtenus en faisant agir l'iodure de méthylmagnésium, dans des conditions variées sur un certain nombre d'éthers-sels du même acide α-mononitrile camphorique.

Les éthers qui nous ont servi de matières premières n'avaient pas encore été signalés. Nous les avons préparés par la méthode qui nous a permis d'obtenir l'éther méthylique (²), mais en remplaçant l'alcool méthylique par l'alcool benzylique, le phénate et le crésylate de sodium.

Les constantes physiques de ces différents éthers sont les suivantes :

Éther phénylique $C^{16}H^{19}O^2N$: P. F. = 76°-77°; pouvoir rotatoire dans le benzène, $[\alpha]_D^{22°} = +30°27'$.

Éther orthocrésylique $C^{17}H^{21}O^2N$: P. F. = 99°-100°; pouvoir rotatoire dans le benzène, $[\alpha]_D^{23°} = +25°07'$.

(¹) Séance du 25 mai 1925.

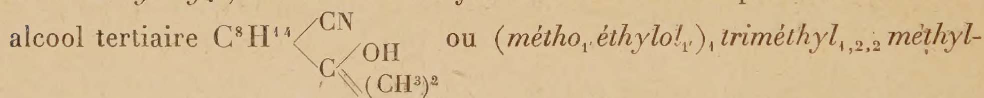
(²) A. Haller et F. Salmon-Legagneur, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 881-886.

Éther paracrésylique $C^{17}H^{21}O^2N$: P. F. = 96°-97°; pouvoir rotatoire dans le benzène, $[\alpha]_D^{23°} = +28°53'$.

Éther benzylique $C^{17}H^{21}O^2N$: liquide; ébullition = 223° sous 17^{mm}; pouvoir rotatoire : dans l'alcool absolu, $[\alpha]_D^{20°} = +59°24'$; dans le benzène, $[\alpha]_D^{22°} = +56°31'$.

I. *Action de* CH^3MgI *sur l'éther orthocrésylique au sein de l'éther anhydre.* — Nous avons mis en présence 5 molécules d'organomagnésien pour 1 molécule d'éther orthocrésylique et chauffé le mélange pendant 4 heures au bain-marie.

Le produit de la réaction est ensuite décomposé comme à l'ordinaire, puis distillé. Il passe d'abord à la distillation de l'orthocrésol, puis on isole une fraction, passant de 135° à 180° sous 18^{mm}, que l'on fait cristalliser dans un mélange d'éther et de ligroïne. On obtient alors deux sortes de cristaux de formes tout à fait différentes qu'il est facile d'isoler à la pince. La majeure partie se présente sous forme de gros prismes aplatis de point de fusion 93°-94°, donnant à l'analyse des chiffres correspondant au nitrile alcool tertiaire



nitrile₃cyclopentane, produit normal de la réaction. Ce composé a pour pouvoir rotatoire dans l'alcool absolu $[\alpha]_D^{21°} = +78°15'$, et il donne une phénylméthane fondant à 169°-170°.

La seconde espèce de cristaux est constituée par des petits troncs de pyramide quadratiques qui se subliment sans fondre dès 100° et qui fondent instantanément à 164°. L'analyse leur assigne la formule brute $C^{11}H^{17}ON$; la trop petite quantité de produit isolé ne nous a pas permis jusqu'ici d'établir sa constitution d'une façon définitive.

II. *Action de* CH^3MgI *sur l'éther méthylique au sein de l'éther anhydre.* — En opérant dans les mêmes conditions sur l'éther méthylique, on isole les deux mêmes produits.

III. *Action de* CH^3MgI *sur l'éther méthylique au sein du toluène.* — Nous avons d'abord préparé l'organomagnésien (5^{mol}) en milieu éthéré, puis nous avons ajouté 1^{mol} de l'éther méthylique dissous dans du toluène anhydre. L'éther est chassé par distillation et l'on chauffe la solution toluénique à reflux pendant 12 heures en ayant soin de brasser énergiquement le mélange.

Si, après décomposition par l'eau acidulée du complexe magnésien et lavage approprié de la solution toluénique, on abandonne cette dernière à

l'évaporation, il se dépose peu à peu de fines aiguilles que l'on isole et que l'on purifie par cristallisations répétées dans un mélange d'eau et d'alcool. On obtient alors de longues aiguilles soyeuses fondant à 95°-96° auxquelles l'analyse et les propriétés assignent la formule $C^8H^{14}\langle{}^{CO\,CH^3}_{C\langle{}^{OH}_{(CH^3)^2}}$

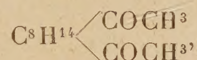
ou (*métho*$_1$,*éthylol*$_{1,}$)$_1$ *triméthyl*$_{1,2,2}$*acétyl*$_3$*cyclopentane*.

Ce corps donne une semicarbazone de P. F. = 221-222°; mais, traité par l'isocyanate de phényle, il se déshydrate et donne le composé que nous décrivons ci-dessous.

Si, en effet, on distille la solution toluénique au lieu de la laisser s'évaporer à froid, il se forme, pendant le départ du toluène, une notable quantité d'eau. La distillation est alors continuée sous pression réduite, la majeure partie du produit passe à 144-145° sous 15^{mm}. On recueille ainsi une huile assez mobile à odeur fine et pénétrante et laissant déposer quelques petits cristaux du composé $C^{11}H^{17}ON$ fondant à 164°. L'huile mère rectifiée donne à l'analyse des chiffres répondant à la formule $C^{13}H^{22}O$. Ce composé, de pouvoir rotatoire dans l'alcool absolu

$$[\alpha]_D^{21^\circ} = +40^\circ 44',$$

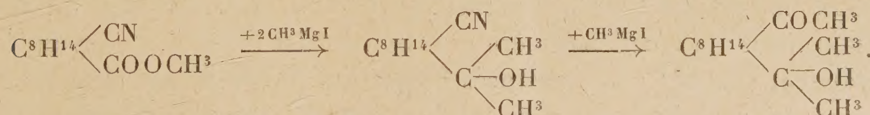
décolore le brome et donne avec la plus grande facilité une oxime (P. F. = 103-104°) et une semicarbazone (P. F. = 229-230°). Nous sommes donc amenés à lui assigner la constitution $C^8H^{14}\langle{}^{CO\,CH^3}_{C\langle{}^{\diagup\!\!\diagup CH^2}_{CH^3}}$, d'ailleurs confirmée par l'oxydation permanganique qui aboutit à une dicétone



$$C^8H^{14}\langle{}^{CO\,CH^3}_{CO\,CH^3},$$

huile incolore (ébull. = 154-156° sous 19^{mm}) donnant une disemicarbazone fondant à 305-307° en se décomposant.

Conclusions. — En résumé, nous avons montré que CH^3MgI en solution éthérée donne l'alcool tertiaire correspondant. En milieu toluénique, la fonction nitrile réagit à son tour et l'on obtient une cétone-alcool :



$$C^8H^{14}\langle{}^{CN}_{COOCH^3} \xrightarrow{+2CH^3MgI} C^8H^{14}\langle{}^{CN}_{C\langle{}^{CH^3}_{-OH}_{CH^3}} \xrightarrow{+CH^3MgI} C^8H^{14}\langle{}^{CO\,CH^3}_{C\langle{}^{CH^3}_{-OH}_{CH^3}}.$$

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur la pluralité des toxines du* Bacillus coli *et sur les bases expérimentales de la sérothérapie anticolibacillaire.* Note de M. **H. Vincent.**

Etudiée par Malvoz, Vaughan, H. Roger, Boix, Haushalter et Spillmann, etc. et surtout par Gilbert, la toxine du *B. coli communis* donne lieu expérimentalement à un ensemble de symptômes disparates, les uns nerveux ou neuro-musculaires, les autres intestinaux. La raison de cette diversité est due à ce que, contrairement à l'opinion admise jusqu'ici, la toxine colibacillaire n'est pas *une*. Elle résulte du mélange de deux toxines différentes. Les conséquences de cette constatation sont importantes.

Mes expériences ont été faites avec un *B. coli* d'origine urinaire (*échantillon* P. 17 de la collection de mon laboratoire), qui m'a servi dans des recherches dont j'ai déjà donné ici l'exposé. Les cultures en bouillon simple ont été filtrées à des âges différents et inoculées soit aux lapins, soit aux cobayes ou à la souris. Le lapin est l'animal de choix pour cette étude. A la suite de ces injections, il meurt tantôt à la suite d'une paralysie débutant par les membres postérieurs, et gagnant les membres antérieurs, enfin les muscles innervés par les centres bulbaires; tantôt à la suite d'une entérite aiguë accompagnée de cachexie ; tantôt enfin avec des symptômes qui participent de ces deux formes morbides.

Les lésions d'autopsie sont celles d'une myélite aiguë, avec dégénérescence énorme des cellules des cornes antérieures de la moelle et aussi des cellules des cornes postérieures, amyotrophie intense. Ou bien on observe des lésions considérables de l'intestin grêle qui est fortement injecté, contenant un liquide glaireux, sanglant ou rosé, dans lequel le microscope montre de vastes placards épithéliaux de desquamation.

Ces symptômes et ces lésions, dont je n'indique que sommairement les caractères, sont conditionnés par deux toxines différentes. La première se manifeste plus particulièrement dans les cultures jeunes, bien que la seconde lui soit associée. C'est une *exotoxine*, portant électivement son action sur le système nerveux central : le cerveau, chez le cobaye qui meurt dans la stupeur; la moelle épinière et le bulbe, chez le lapin. Ces symptômes apparaissent souvent 7 heures après l'injection intraveineuse chez le lapin; mais, lorsque la toxine est moins active, la paraplégie, puis la quadriplégie surviennent du quatrième au huitième jour, parfois même après 3 se-

maines; l'évolution en est fatale. Certains animaux ont une contracture tétanique, en opisthotonos, de la colonne vertébrale, dont ils guérissent.

L'*exotoxine* est donc *neurotrope*. Elle manifeste plus spécialement sa présence dans les cultures jeunes de 23 heures à 5 jours.

L'exotoxine résiste à une température de 58° prolongée pendant 1 heure. Par contre, elle est détruite au voisinage de 75°.

Le deuxième poison soluble constaté dans les cultures filtrées est une *endotoxine* observée surtout dans les cultures âgées de 15 à 20 jours, alcalines, d'un P_H dépassant 10, et par conséquent favorisant la lyse microbienne. Cette endotoxine existe déjà dans le protoplasma des bacilles jeunes. En effet, le dépôt centrifugé et lavé à deux reprises d'une culture de 24 heures, puis mis à macérer dans l'eau distillée à la glacière, pendant 13 jours, tue le lapin avec des lésions d'entérite aiguë, vascularisation marquée des parois, desquamation épithéliale et contenu intestinal liquide.

L'endotoxine exerce une action particulièrement nocive sur l'estomac (suffusions sanguines) et surtout sur l'intestin. Cette endotoxine est donc *entérotrope*. Elle est plus thermostabile que l'exotoxine. Elle résiste, en effet, à une température de 90°. Elle est détruite à 95°-98°.

On la sépare, en conséquence, de l'exotoxine neurotrope par le chauffage à 90°, pendant 1 heure, du filtrat de culture en bouillon, âgée de 17 à 20 jours.

Ce filtrat chauffé, injecté dans la veine d'un fort lapin, le tue en 18 heures, à la dose de 4^{cm^3}, avec les lésions intestinales déjà signalées. Un cobaye de 420^g a été tué en 18 heures avec des symptômes et des lésions d'entérite hémorragique intense, intestin hortensia, etc. Les effets en rappellent donc, à la fois, ceux de la dysenterie aiguë et ceux du choléra.

On peut démontrer d'une autre manière l'indépendance des deux toxines. Si l'on vaccine, par injections successives, le lapin ou le cobaye contre l'*endotoxine* (entérotrope) obtenue par chauffage à 90°, le sérum de ces animaux précipite énergiquement cette endotoxine au titre de $\frac{1}{200}$. Or l'injection, à ces animaux ainsi immunisés, du filtrat mixte, mais riche en exotoxine, d'une culture jeune, les tue en 36 heures, en moyenne. Quelques-uns des animaux ont résisté, après avoir eu des symptômes comateux. Un lapin a eu une paraplégie tardive et mortelle.

L'immunisation contre l'endotoxine n'a donc pas protégé contre les effets de l'exotoxine. Ces deux toxines présentent, en conséquence, au point de vue physique, biologique et immunigène, des caractères entièrement différents.

La complexité des produits toxiques contenus dans les cultures du *B. coli* est donc plus grande qu'on ne l'a admis jusqu'ici. Il y a plus. Les corps microbiens eux-mêmes, renferment, après destruction par chauffage prolongé à 100°, une protéine pathogène, car leur injection intrapéritonéale tue la souris en 24 heures à la dose de $0^{cm^3},5$ et sans lésions apparentes; le liquide péritonéal montre, au microscope, des lymphocytes et des globules sanguins.

Ces expériences trouvent leur application dans l'interprétation des symptômes si variés que peut déterminer l'infection colibacillaire. Celle-ci pourrait être la cause passée inaperçue de certaines maladies nerveuses, notamment de paralysies ascendantes aiguës du type Landry. Ces paralysies pourraient, dès lors, être justiciables de la sérothérapie anticolibacillaire.

D'autre part, ces recherches montrent que, pour la préparation du sérum anticolibacillaire, il convient de tenir compte de la pluralité des toxines fabriquées par le *B. coli*. C'est l'un des principes dont je me suis inspiré dans la préparation du sérum thérapeutique dont j'ai ici, précédemment, signalé l'efficacité.

HYDRAULIQUE. — *Au sujet de la vitesse de propagation du coup de bélier dans les conduites en béton armé.* Note [1] de M. DE SPARRE.

Désignons par ε le coefficient de compressibilité du liquide, par ρ sa densité dans les conditions normales, par δ l'allongement linéaire de l'unité de longueur de la partie interne de la section droite de la conduite pour une augmentation ΔP de la pression interne P; on sait [2] que la vitesse a de propagation du coup de bélier est donnée par la formule

$$(1) \qquad \frac{1}{a^2} = \rho\left(\frac{2\delta}{\Delta P} + \frac{1}{\varepsilon}\right).$$

Mais si E_1 désigne le coefficient d'élasticité de la matière formant la partie interne de la conduite, m le coefficient de contraction latéral [3], pour une augmentation ΔT_1 de la tension à la surface interne de la conduite, corres-

(1) Séance du 25 avril 1925.

(2) JOUGUET, *Rapport au IIe Congrès de la Houille blanche*, p. 20.

(3) Ce coefficient m est, comme on sait, lié aux coefficients λ et μ de Lamé par la relation $m = \frac{2(\lambda+\mu)}{\lambda}$; il est donc égal à 4 pour $\lambda = \mu$ et à 3 pour $\lambda = 2\mu$, nombres entre lesquels on le suppose généralement compris.

pondant à l'augmentation ΔP de la pression, on a (¹)

$$(2)\qquad \frac{\delta}{\Delta P} = \frac{\Delta T_1}{E_1 \Delta P}\left(1 + \frac{1}{m}\right)\left(1 - \frac{1}{m} + \frac{\Delta P}{m \Delta T_1}\right).$$

Toutefois, s'il s'agit d'une conduite dont l'épaisseur est faible par rapport au rayon, de sorte que $\frac{\Delta P}{\Delta T_1}$ est une fraction assez petite, on pourra négliger $\frac{\Delta P}{m \Delta T_1} - \frac{1}{m^2}$ devant l'unité et prendre par suite

$$(3)\qquad \frac{\delta}{\Delta P} = \frac{\Delta T_1}{E_1 \Delta P}.$$

Dans les mêmes conditions, c'est-à-dire si l'épaisseur de la conduite est assez faible, par rapport à son rayon, pour que l'on puisse considérer toute son épaisseur comme subissant un même allongement δ, en désignant par ΔT et $\Delta T'$ les accroissements des tensions T et T′ du béton et de l'armature, correspondant à l'accroissement ΔP de la pression, par E et E′ leurs coefficients d'élasticité, on aura, d'après ce que nous avons dit,

$$(4)\qquad \delta = \frac{\Delta T}{E} = \frac{\Delta T'}{E'}.$$

Mais si e désigne l'épaisseur du béton, e' celle de l'armature (²) et R le rayon de la conduite, son équation d'équilibre donne, dans l'hypothèse où nous nous sommes placés,

$$(5)\qquad e\,\Delta T + e'\,\Delta T' = R\,\Delta P.$$

Posons

$$(6)\qquad E = \alpha E',$$

nous déduirons des équations (4) et (5)

$$(7)\qquad \frac{\delta}{\Delta P} = \frac{\Delta T}{\alpha E' \Delta P} = \frac{R}{E'(\alpha e + e')}.$$

Mais, si la partie interne de la conduite est formée par le béton, on a

$$E_1 = E = \alpha E', \qquad T_1 = T$$

(¹) En remarquant que la longueur de la conduite reste invariable.

(²) Si l'armature est discontinue je suppose qu'on lui substitue fictivement une armature continue dont la masse serait la même, ainsi que le rayon.

et l'on déduit des formules (1), (3) et (7)

$$\frac{1}{a^2} = \rho\left[\frac{2R}{E'(\alpha e + e')} + \frac{1}{\varepsilon}\right]; \tag{8}$$

on arriverait à la même conclusion si la partie interne était formée par l'armature.

Si l'on prend, avec M. Allievi, $\varepsilon = 2{,}07.10^6$, et, pour l'acier, $E' = 2.10^8$ par décimètre carré, on trouve

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48{,}3 + H}}, \tag{9}$$

où

$$H = \frac{R}{\alpha e + e'} = \frac{\overline{9900}^2}{a^2} - 48{,}3. \tag{10}$$

Si l'on connaît α les formules (9) et (10) feront connaître la vitesse de propagation a et réciproquement si l'on détermine par l'expérience la vitesse de propagation a on pourra en déduire la valeur de H et par suite le rapport α des coefficients d'élasticité de l'acier et du béton, on déduit en effet de (10)

$$\alpha = \frac{R}{eH} - \frac{e'}{e}. \tag{11}$$

On déduit aussi des formules (7) et (10)

$$\frac{\Delta T}{\Delta P} = \alpha H.$$

Si l'on pouvait négliger l'influence du retrait ou de l'allongement du béton à la prise, suivant qu'elle se fait à sec ou dans l'eau, on aurait [1]

$$\frac{\Delta T}{\Delta P} = \frac{T}{P},$$

la tension étant proportionnelle à la pression; mais il n'en sera pas en général ainsi parce que, par suite de l'allongement ou du retrait du béton, suivant que la prise a lieu à sec ou dans l'eau, la tension ne s'annule pas [2] avec la pression intérieure.

Il est indispensable de remarquer que, où il s'agit de conduites à caractéristique variable, il faut tenir compte, dans la détermination expérimentale

---

[1] On obtiendrait ainsi par expérience la tension T du béton pour une pression P.

[2] Je fais abstraction de la pression atmosphérique.

de a, conformément aux remarques faites par M. Camichel, de la différence entre la vitesse de propagation apparente et la vitesse de propagation réelle.

Tout ce qui précède n'est exact que pour des conduites dans lesquelles le rapport de l'épaisseur au rayon est une fraction assez faible [1] pour que l'on puisse considérer l'allongement linéaire δ comme le même dans toute l'épaisseur de la paroi de la conduite. On sait que ceci n'est, par contre, pas exact pour les conduites épaisses. Dans ces conduites l'allongement linéaire diminue à mesure que l'on s'éloigne du centre, il est indispensable de tenir compte de ce fait, ainsi que de la position de l'armature, puisque celle-ci s'allonge plus ou moins suivant qu'elle est plus ou moins rapprochée du centre.

Ce sont des points sur lesquels je me propose de revenir ultérieurement.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence de l'argon dans les gaz de la fermentation alcoolique du glucose.* Note [2] de MM. **Amé Pictet, Werner Scherrer** et **Louis Helfer.**

Pasteur a montré, en 1860 [3], que la fermentation du sucre, sous l'influence de la levure de bière, ne s'accomplit pas intégralement selon l'équation de Gay-Lussac. Il observa que les produits gazeux ne sont pas entièrement absorbés par la potasse; l'anhydride carbonique contient donc un peu d'un gaz étranger. Pasteur semble admettre que ce gaz est de l'azote, mais il n'en donne pas la preuve et il ajoute : Ces expériences mériteraient d'être reprises.

Elles ne l'ont pas été jusqu'à ce jour, à notre connaissance du moins ; il nous a paru intéressant de procéder à quelques essais dans ce sens.

Nous avons tout d'abord mis en train une fermentation dans les conditions usuelles : 50^g de glucose pur (Kahlbaum), dissous dans 800^{cm^3} d'eau distillée et préalablement bouillie, 50^g de levure comprimée du commerce (renfermant 69,3 pour 100 d'eau), 10^{cm^3} d'une solution contenant par litre 20^g de nitrate de potasse, 10^g de chlorure de magnésium, 10^g de nitrate de

(1) Ce sera par suite en général le cas de conduites supportant des pressions pas très élevées et donc à caractéristiques peu variables.

(2) Séance du 25 mai 1925.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, 58, 1860, p. 323.

chaux et 10^g de phosphate de potasse, l'air du ballon chassé par un courant de gaz carbonique, et le liquide maintenu à la température de 38-40°.

Au bout d'une heure, la fermentation étant en pleine activité, nous avons recueilli une partie du gaz dans un cylindre gradué rempli de mercure. Le volume de ce gaz, réduit à 0° et 760^{mm}, était de 379$^{cm^3}$,3. Après introduction d'une solution de potasse à 20 pour 100, l'anhydride carbonique a été rapidement absorbé, et il est resté 4$^{cm^3}$,7 (soit 1,24 pour 100) d'un autre gaz.

Afin de pouvoir déterminer la nature de ce gaz, nous en avons préparé une plus grande quantité en opérant dans les mêmes conditions, à cette différence près que nous avons recueilli le gaz, après son passage dans une solution de potasse, non plus sur le mercure, mais dans un petit gazomètre plein d'eau bouillie. Avec 200^g de sucre et 200^g de levure humide, nous en avons obtenu, dans l'espace de 48 heures, un peu plus de 2^l.

Une première partie de ce gaz a été dirigée sur de l'oxyde de cuivre chauffé au rouge. Le volume est resté le même, et il n'y a pas eu formation d'eau. Donc absence d'hydrogène, d'hydrocarbures ou de tout autre gaz combustible.

Une seconde partie de notre gaz a été mise en contact, dans un tube rempli de mercure, avec une solution alcaline de pyrogallol; absorption rapide, diminution de volume de 27,2 pour 100, correspondant à la teneur du gaz en *oxygène*.

Ce gaz privé d'oxygène nous a servi ensuite au dosage de l'*azote*. Nous l'avons introduit dans un eudiomètre à mercure avec 3-4 fois son volume d'oxygène pur, préparé à l'aide de l'oxyde de mercure. Nous avons fait jaillir l'étincelle, en présence d'une solution de potasse, jusqu'à ce que le volume ne diminuât plus, puis nous avons absorbé l'oyygène en excès par le pyrogallol. Nous avons constaté la présence d'un résidu gazeux, dont le volume représentait 2,6 pour 100 du gaz décarbonaté.

Ce gaz résiduel, ayant résisté à tous les traitements, ne pouvait être que l'un des gaz inertes. Après l'avoir séché sur de l'anhydride phosphorique, nous l'avons introduit dans un tube de Geissler et nous avons examiné son spectre; c'était, de la manière la plus nette, celui de l'*argon*.

Ce résultat inattendu demandait à être confirmé par des expériences plus précises. Les trois gaz que nous avons isolés sont, en effet, ceux de l'air, et leurs proportions respectives (70,2 pour 100 N^2, 27,2 O^2, et 2,6 Ar) ne sont pas très éloignées de celles où ils se trouvent, soit dans l'atmosphère, soit dans l'eau aérée. Il était donc indispensable de reprendre nos expé-

riences en n'opérant que sur du mercure et, dans des conditions excluant toute possibilité de mélange avec l'air extérieur.

Nous avons, à cet effet, construit un appareil, entièrement en verre soudé, dans lequel le ballon de fermentation est relié, d'abord à un flacon laveur contenant une solution de potasse à 33 pour 100, puis à un eudiomètre à mercure, à un tube contenant de l'anhydride phosphorique et quelques feuilles d'or, à un tube de Geissler et enfin à une trompe de Vollmer à vapeur de mercure. Toutes les parties de cet appareil sont munies d'un système de robinets, permettant de les faire fonctionner séparément et de n'avoir pas à les disjoindre pour renouveler les solutions de potasse et de pyrogallate. Une description plus complète paraîtra, avec tous les résultats numériques de nos expériences, dans un autre Recueil.

Ces expériences, que nous avons effectuées en grand nombre, nous ont montré tout d'abord que la quantité des gaz de la fermentation non absorbables par la potasse est loin d'être constante. Elle varie, dans d'assez larges limites, selon des circonstances qu'il nous restera à déterminer (fraîcheur de la levure, rapidité de la fermentation, température, etc.). Il en est de même des proportions relatives de l'oxygène et de l'azote dans le gaz décarbonaté.

Ce qui, en revanche, est constant, c'est la présence de l'argon. Elle n'a fait défaut dans aucun cas. Le spectre que nous avons observé s'est toujours montré exactement superposable au spectre rouge de l'argon retiré de l'air. Nous avons toujours pu en identifier les raies les plus brillantes, en particulier celles qui sont caractérisées par les longueurs d'onde 7056, 6965, 6753, 6676, 6415, 6212, 6034, 5912, 5740, 5651, 5607, 5559, 5496, 5451, 5188.

Nous avons essayé aussi de déterminer la densité de notre gaz résiduel par sa vitesse d'écoulement, prise par rapport à celle de l'oxygène. Nous avons obtenu les chiffres suivants :

Temps d'écoulement pour l'oxygène...........	12,2 secondes
Temps d'écoulement pour notre gaz...........	13,9 secondes

On en déduit la densité de 1,43 (par rapport à l'air) pour notre gaz (densité de l'argon 1,379). Étant donnée la petite quantité de gaz (2^{cm^3}) qui a servi à cette détermination, nous croyons pouvoir considérer ce résultat comme suffisamment concluant.

Il va de soi que nous n'avons pas négligé de procéder à toute une série d'expériences de contrôle destinées à nous assurer, soit de la parfaite étan-

chéité de notre appareil, soit de l'absence d'air dans l'eau ayant servi à préparer les solutions de glucose, de potasse et de pyrogallate, ainsi que dans le ballon de fermentation. Du reste, la variabilité même de la composition du gaz décarbonaté et sa forte teneur en argon suffiraient à prouver que ce dernier gaz n'est pas de provenance atmosphérique.

Estimant avoir réussi ainsi à écarter toutes les causes d'erreur, nous croyons pouvoir conclure de nos observations que, dans la fermentation alcoolique du glucose, il se dégage de l'argon. Il nous restera à rechercher si ce gaz préexiste dans la levure, et sous quelle forme, ou s'il prend naissance au cours de la fermentation, aux dépens de l'une ou de l'autre des substances en présence. Et si cette dernière origine devait se vérifier, il serait difficile de ne pas songer au potassium, qui est radioactif, émet des rayons β, et possède un nombre atomique supérieur d'une unité à celui de l'argon. Nous nous efforcerons de répondre à ces questions dans la suite de nos recherches.

BOTANIQUE. — *Sur le développement d'une algue phéosporée* Leathesia difformis *Aresch*. Note (1) de M. C. Sauvageau.

Le *Leathesia difformis* est commun pendant l'été sur les côtes atlantiques ; son thalle mamelonné, charnu, creux, dépassant souvent 2^{cm}, le caractérise facilement, mais on ignore complètement sous quelle forme il passe le reste de l'année. Les auteurs le citent sur des Algues d'une certaine taille (*Furcellaria*, *Chondrus*, *Ahnfeltia*, etc.) et sur les rochers. A Guéthary, il est exceptionnel sur ces Algues et fréquent sur les rochers exposés. Il y apparaît en avril, sur les gazons ras d'Algues courtes ou appliquées (*Polysiphonia*, *Corallina mediterranea*, fragments d'*Halopteris scoparia*, etc.), en petites boules, souvent aussi rapprochées les unes des autres que si elles provenaient d'un thalle prolifère caché dans ces gazons. Ces jeunes individus sont néanmoins sans relation entre eux ; ils proviennent vraisemblablement d'un essaimage de germes effectué de peu de distance, et assez récent, car les constituants des gazons se sont renouvelés, au moins en partie, depuis septembre, époque à laquelle disparaît le *Leathesia*. Il est possible que les individus adultes, en apparence fixés sur les rochers, soient épiphytes dans leur jeune âge.

D'après Thuret (2) qui en a donné de beaux dessins, les sporanges pluri-

(1) Séance du 18 mai 1925.

(2) G. Thuret, *Recherches sur les zoospores des Algues* (*Ann. Sc. nat.*, *Bot.*, 3e série, **14**, 1850, p. 237).

loculaires seraient beaucoup plus communs que les sporanges uniloculaires, et il n'a jamais trouvé les deux sortes d'organes sur la même fronde; il a figuré (*loc. cit.*, pl. XXVIII, fig. 11 et 12) les zoospores des sporanges pluriloculaires et le tout premier état de leur germination.

J'ai recherché les organes reproducteurs seulement en fin de saison. Les quelques individus récoltés le 26 août 1923 portaient à la fois les deux sortes d'organes mélangés. Le 10 septembre suivant, la plante était devenue très rare, et tous les individus examinés possédaient uniquement des sporanges pluriloculaires; ce fut aussi le cas de sept individus examinés le 30 août 1924 et de trois individus examinés le 15 septembre suivant. Mes cultures ont été réalisées avec l'un des individus récoltés le 30 août.

La déhiscence s'effectue dès le matin et les zoospores se fixent autant du côté de la fenêtre que du côté opposé. Les embryospores, arrondies, d'environ 6^{μ}, ont un chromatophore plus ou moins discoïde muni d'un point rouge marginal très net. La germination commence aussitôt par un tube large de 3^{μ} à 4^{μ}. Alors que ce tube est déjà cloisonné transversalement et élargi, l'embryospore en émet assez fréquemment un second, à l'opposé du premier, ou formant avec celui-ci un V plus ou moins ouvert, et chacun d'eux s'accroît par son sommet; chaque cellule renferme un chromatophore en plaque.

Mes cultures se développèrent d'abord assez lentement, puis si rapidement que des plantules âgées de 22 jours (1er au 22 septembre) étaient déjà fructifiées. Chaque plantule se compose d'un thalle rampant où les filaments primaires, issus de l'embryospore et un peu élargis, ont émis des rameaux latéraux, souvent perpendiculaires et eux-mêmes ramifiés, dont le nombre augmente sans cesse, et qui souvent se contournent de manière à combler les vides laissés entre eux. Si l'accroissement des filaments primaires est rapide par rapport à celui de leurs rameaux, le thalle rampant est allongé; si au contraire les rameaux s'allongent rapidement, son pourtour est presque circulaire et certains thalles rampants, compacts et sans vides, dépassaient 100^{μ} de diamètre.

Il devient d'ailleurs difficile de distinguer les thalles rampants provenant d'une embryospore isolée ou de deux ou trois embryospores voisines. Une cellule des filaments primaires peut émettre deux et même trois rameaux rampants contigus; d'ailleurs, la ramification, qui se produit généralement des deux côtés des filaments, est parfois unilatérale. Cependant, la ramification n'est pas toujours aussi serrée; certains rameaux irradient et une même lame de culture présente parfois un mélange de thalles rampants compacts

et de thalles lâches à rameaux irradiés. Toutes ces cellules sont courtes, avec un chromatophore en plaque irrégulière, plus large que le diamètre de la cellule et par suite un peu replié sur les bords; la cellule du sommet des filaments, plus longue et moins foncée, possède deux sinon trois chromatophores.

Certains thalles rampants, peu ou point ramifiés, et moins adhérents au verre, fructifient plus tôt et plus complètement que les autres, et dès le 22 septembre nombre d'entre eux étaient entièrement transformés en files de courts sporanges pluriloculaires, pleins ou vidés, dirigés dans tous les sens (¹). Sur les autres, les sporanges apparaissent d'abord sur les filaments primaires puis sur les rameaux; ou bien, quand un rameau, soit à cause de sa direction, soit par suite du manque de place libre, rampe sur les autres rameaux, il fructifie généralement plus tôt que les rameaux adhérents au verre. Une cellule fertile émet une protubérance dressée ou oblique; si celle-ci reste courte, forme simplement un bec de déhiscence, le sporange a une seule logette, ce qui est assez fréquent; si elle s'allonge davantage, elle fournit un sporange de 2 à 4 logettes superposées. Chaque logette renferme une zoospore munie d'un unique chromatophore. Je n'ai pas vu les zoospores à l'état de mouvement; elles sont vraisemblablement identiques à celles de la plante adulte, car les embryospores de seconde génération ne paraissent pas différer de celles de première génération; je n'ai toutefois pas eu le loisir de rechercher si elles avaient un ou deux points rouges.

Une semaine plus tard (28 septembre) apparaissaient de nombreux poils munis d'une gaine basilaire; la fructification envahissait le thalle rampant en constituant des sores denses de sporanges pluriloculaires souvent plus longs que les premiers parus et montrant jusqu'à dix logettes. Ultérieurement, les plantules s'élargirent peu, en restant monostromatiques, les sores s'étendirent et confluèrent, et un observateur non prévenu aurait pu les confondre avec un *Myrionema*. Puis, en novembre, les thalles rampants, qui jusque-là adhéraient à la lame, se soulevèrent, adhérant à peine par leur bord; le moindre contact les détachait. J'en possédais encore à la fin de février, mais dépéris, ayant depuis quelques semaines atteint le terme de leur végétation, et il n'est pas douteux, si les choses se passent de même

(¹) Ces plantules réduites, à fructification précoce, paraissent imparfaitement comparables aux filaments ectocarpoïdes que j'ai signalés chez des *Castagnea* et *Ascocyclus* (*Comptes rendus*, 179, 1924, p. 1381 et 1576); s'il y a hétéroblastie, elle est ici moins nette, car l'on voit tous les passages entre ces plantules réduites et les thalles rampants compacts.

dans la nature, que les mouvements de l'eau auraient depuis longtemps détaché ces plantules de leur support et les auraient entraînées au loin.

Cependant, dès le 22 septembre, quelques germinations de seconde génération se montraient dans les cultures, puis elles devinrent de plus en plus nombreuses et certaines lames en furent même encombrées. Elles ressemblent, au début, à celles de première génération, mais les rameaux rampants plus espacés, laissent entre eux de larges vides. Il s'en est élevé des filaments irréguliers, plus ou moins ramifiés, mélangés de quelques poils, leur donnant un aspect en broussaille tout différent de celui des plantules de la précédente génération. En outre, leurs cellules sont notablement plus longues, pourvues d'un chromatophore occupant seulement une faible portion de leur longueur. En novembre, des sporanges pluriloculaires, identiques à ceux de première génération, apparurent sur les filaments rampants; je n'en ai point vu sur les filaments en broussaille; leurs zoospores sont capables de germination filamenteuse, mais j'en connais seulement le début. Leur période de reproduction semblait terminée à la fin de février; certains filaments rampants (peut-être après fructification?) bourgeonnaient alors de toutes parts, constituant des sortes d'étroits cordons dont je n'ai pu suivre le développement ultérieur, mes cultures étant mortes quand je les examinai en avril.

En résumé, si le rôle des sporanges uniloculaires du *Leathesia difformis* est encore ignoré, il paraît certain que ses sporanges pluriloculaires n'engendrent pas directement de nouveaux *Leathesia*. Leurs zoospores produisent des plantules à thalle filamenteux monosiphonié, ou rampant monostromatique, promptement fertiles, fournissant des plantules de seconde génération d'une autre forme. Je n'ai pu déterminer si celles-ci, par leur bourgeonnement après fructification, engendrent un *Leathesia*, ou si le *Leathesia* apparaît aux dépens d'une génération ultérieure.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° E. G. Mariolopoulos. *Étude sur le Climat de la Grèce. Précipitation. Stabilité du climat depuis les temps historiques.* (Présenté par M. G. Bigourdan.)

2° L. Potin. *Formules et tables numériques relatives aux fonctions circulaires, hyperboliques, elliptiques.* (Présenté par M. M. d'Ocagne.)

3° *Faune de France : 9. Amphipodes*, par Ed. Chevreux et Louis Fage. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

M. H. **Piéron** adresse un Rapport relatif à l'emploi des fonds qui lui ont été accordés sur la *Fondation Loutreuil* en 1924.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Généralisation des nombres de Cauchy.* Note [1] de M. **Benjamin Jekhowsky**, présentée par M. Appell.

En cherchant à généraliser les travaux de MM. J. Bourget et H. Bourget [2] sur les nombres de Cauchy et en partant du produit des fonctions Gauss qui a été considéré par M. Appell [3] et généralisé par M. Lauricella [4], savoir :

$$(1)\quad \begin{aligned} &F(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n;\ \beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_n;\ \gamma_1, \gamma_2, \ldots, \gamma_n;\ x_1, x_2, \ldots, x_n) \\ &\quad = \sum \frac{(\alpha_1, \lambda_1)(\beta_1, \lambda_1)(\alpha_2, \lambda_2)(\beta_2, \lambda_2)\ldots(\alpha_n, \lambda_n)(\beta_n, \lambda_n)}{(1, \lambda_1)(1, \lambda_2)\ldots(1, \lambda_n)(\gamma_1, \lambda_1)(\gamma_2, \lambda_2)\ldots(\gamma_n, \lambda_n)} x_1^{\lambda_1} x_2^{\lambda_2}\ldots x_n^{\lambda_n} \end{aligned}$$

où la sommation doit s'étendre à toutes les valeurs entières des λ_1, λ_2, ..., λ_n depuis zéro jusqu'à l'infini, je suis parvenu à l'expression suivante :

$$(2)\quad \begin{aligned} \mathfrak{N}_{-s,\mu_n,\nu_n} = F &\begin{pmatrix} -\nu_1, -\nu_2, \ldots, -\nu_n;\ -\varkappa_1, -\varkappa_2, \ldots, -\varkappa_n; \\ \mu_1 - \varkappa_1 + 1;\ \mu_2 - \varkappa_2 + 1, \ldots, \mu_n - \varkappa_n + 1;\ x_1, x_2, \ldots, x_n \end{pmatrix} \\ &\times \Pi_n \frac{\Gamma(\mu_n - \varkappa_n)}{\varkappa_n \Gamma(\mu_n)\Gamma(\varkappa_n)}. \end{aligned}$$

Elle montre que N_{-s,μ_n,ν_n} est le coefficient de e^0, e étant la base des logarithmes népériens, dans le développement du produit

$$(3)\quad U = \Pi_n 2^{\mu_n+\nu_n} i^{\nu_n} (\cos s_n\varphi - i \sin s_n\varphi) \cos^{\mu_n} n\varphi \sin^{\nu_n} n\varphi,$$

[1] Séance du 25 mai 1925.

[2] J. Bourget, *Annales de l'Observatoire de Paris*, 7, 1863, p. 300; H. Bourget, *Bulletin astronomique*, 22, 1905, p. 225.

[3] Appell, *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 3e série, 8, 1882, p. 173-216.

[4] Lauricella, *Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*, 8, 1893, p. 111-158.

ce qui exige que

$$(4) \qquad \sum_{n=0}^{n=n} i\varphi[n(\mu_n+\nu_n)-s_n] = 2n\varkappa_n \qquad (\varkappa = 0, 1, 2, \ldots)$$

avec $x_1 = x_2 = \ldots = x_n = -1$, la fonction F étant un polynome hypergéométrique.

Pareillement aux nombres classiques de Cauchy, les nombres donnés par (2) ont les propriétés suivantes : d'après l'expression (3) et (4), on voit que si $2n\varkappa_n = 0$, on obtient

$$\mathfrak{N}_{-s,\,\mu_n,\,\nu_n} = 1;$$

de même, si s change de signe, on aura

$$\mathfrak{N}_{-s,\,\mu_n,\,\nu_n} = (-1)^{\nu_1+\nu_2+\ldots+\nu_n}\mathfrak{N}_{s,\,\mu_n,\,\nu_n}.$$

Le nombre $\mathfrak{N}$ peut être exprimé à l'aide d'une intégrale définie qui conduit d'après l'expression (3) à une forme de la transcendante Fourier-Bessel à plusieurs variables *généralisée*.

En nous bornant à ces indications générales, nous remarquerons qu'il existe une liaison entre les nombres de Cauchy et les moments(¹) tels qu'ils sont considérés dans la question de l'interprétation géométrique de la méthode des moindres carrés.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété caractéristique des fonctions orthogonales*. Note (²) de M. **Stefan Banach**, présentée par M. E. Goursat.

Soit $\{f_n\}$ une suite complète de fonctions continues, normales et orthogonales. Soit $\{\alpha_n\}$ une suite des coefficients d'une fonction continue φ, obtenus par l'intermédiaire de la suite $\{f_n\}$. Soit enfin E l'ensemble de toutes les suites $\{\alpha_n\}$ correspondant à toutes les φ continues possibles. Il est clair que deux suites $\{f_n\}$ et $\{\varphi_n\}$ peuvent engendrer le même ensemble E. Nous voulons pourtant démontrer que la seule connaissance de l'ensemble E et de la suite $\{\alpha_n\}$ suffit pour établir si la série $\Sigma\,\alpha_n f_n$ converge uniformé-

(¹) Voir V. Romanovski, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1320. — Voir aussi G. Demetrescu, *Bull. astr.*, 4, fasc. IV, 1924, p. 395.

(²) Séance du 4 mai 1925.

ment, même si la suite $\{f_n\}$ n'est pas connue, pourvu qu'elle engendre l'ensemble E. C'est-à-dire que les séries $\Sigma\alpha_n f_n$ et $\Sigma\alpha_n \varphi_n$ sont en même temps convergentes uniformément ou non pourvu que les suites $\{f_n\}$ et $\{\varphi_n\}$ engendrent le même ensemble E.

Des théorèmes pareils sont encore valables dans d'autres champs fonctionnels d'un caractère plus général.

1. Considérons une fonctionnelle $U(x)$ qui, à chaque fonction continue $x(t)$, fait correspondre une fonction continue $y(t)$. La fonctionnelle $U(x)$ est continue si, en posant $\|x\| = \max |x(t)|$, $\lim\limits_{n\to\infty} \|x_n - x\| = 0$ entraîne $\lim\limits_{n\to\infty} \|U(x_n) - U(x)\| = 0$. La fonctionnelle est dite linéaire si l'on a $U(x_1 + x_2) = U(x_1) + U(x_2)$ quels que soient x_1 et x_2.

On peut démontrer le théorème suivant :

Théorème I[1]. — *Si* $U(x)$ *est une fonctionnelle linéaire et si* $\lim\limits_{n\to\infty} \|x_n - x\| = 0$ *implique* $\underline{\lim} \|U(x_n)\| \geqq \|U(x)\|$, *la fonctionnelle* $U(x)$ *est continue.*

Le même théorème est vrai, en supposant que $x(t)$ et $y(t)$ sont des fonctions de la $(1+p)^{\text{ième}}$ puissance sommable $(p \geqq 0)$ et en posant

$$\|x\| = \sqrt[1+p]{\int_0^1 |x(t)|^{1+p}\, dt}.$$

Théorème II. — *Si* $\{\varphi_n\}$ *et* $\{\psi_n\}$ *sont deux suites complètes de fonctions continues, orthogonales et normales et si, à chaque fonction continue* $x(t)$, *on peut faire correspondre une fonction continue* $y(t)$ *telle que pour tout* n

$$\int_0^1 x(t)\,\varphi_n(t)\, dt = \int_0^1 y(t)\,\psi_n(t)\, dt,$$

la convergence uniforme de la série

$$\sum_{n=1}^{\infty} \alpha_n \varphi_n(t)$$

entraîne celle de la série

$$\sum_{n=1}^{\infty} \alpha_n \psi_n(t),$$

quelle que soit la suite de nombres $\{\alpha_n\}$.

---

(1) Ce théorème est démontré dans ma Thèse *Sur les opérations dans les ensembles abstraits et leur application aux équations intégrales* (*Fundamenta Mathematicæ*, 3, 1922, p. 243).

Démonstration. — Posons $y(t) = U[x(t)]$. Il est clair que la fonctionnelle U est linéaire. Puisque $\psi_n = U(\varphi_n)$,

$$\int_0^1 [x_1 - x_2]^2 \, dt = \int_0^1 [U(x_1) - U(x_2)]^2 \, dt.$$

Donc, si $\lim\limits_{n \to \infty} \| x_n - x \| = 0$, on a

$$\lim_{n \to \infty} \int_0^1 [U(x_n) - U(x)]^2 = 0$$

et par conséquent

$$\underline{\lim_{n \to \infty}} \| U(x_n) \| \geqq \| U(x) \|.$$

Or cette inégalité, d'après le théorème I, prouve que U est continue, Puisque $U\left(\sum_{i=1}^{n} \alpha_i \varphi_i\right) = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \psi_i$, la convergence uniforme de la série $\sum_{n=1}^{\infty} \alpha_n \varphi_n$ entraîne celle de la série $\sum_{n=1}^{\infty} \alpha_n \psi_n$. Le théorème est donc démontré.

2. Soit $\{\varphi_n\}$ une suite complète de fonctions orthogonales, normales, sommable de la $(l + p)^{\text{ième}}$ puissance $(p > 0)$. Supposons en outre que chaque fonction f sommable de la $\left(l + \frac{1}{p}\right)^{\text{ième}}$ puissance soit presque partout nulle, si l'on a pour tout n, $\int_0^1 f \varphi_n = 0$. En s'appuyant sur un théorème de M. F. Riesz [1], on peut maintenant démontrer le lemme suivant : *Si la fonction f et les fonctions d'une suite $\{f_n\}$ sont des fonctions sommables*

---

(1) F. Riesz, *Untersuchungen über Systeme integrierbarer Funktionen* (*Math. Annalen*, 69, 1910, p. 469-467) : si p et M sont deux nombres positifs et si $\{\varphi_n\}$ est une suite de fonctions telle que $\int_0^1 |\varphi_n|^{1+p} \geqq M$, il existe une suite partielle $\{\varphi_{n_k}\}$ et une fonction φ telle que : 1° $\int_0^1 |\varphi|^{1+p} \leqq M$; 2° pour chaque fonction f de la $\left(l + \frac{1}{p}\right)^{\text{ième}}$ puissance sommable on a

$$\lim_{k \to \infty} \int_0^1 f \varphi_{n_k} = \int_0^1 f \varphi.$$

de la $\left(l+\frac{1}{p}\right)^{ième}$ *puissance, et si l'on a, pour tout i,*

$$\lim \int_0^1 f_n \varphi_i = \int_0^1 f \varphi_i,$$

alors

$$\underline{\lim} \int_0^1 |f_n|^{1+\frac{1}{p}} \geqq \int_0^1 |f|^{1+\frac{1}{p}}.$$

En s'appuyant sur le lemme précédent, on peut maintenant démontrer, de la même manière que le théorème II, le théorème suivant :

Si $\{\varphi_n\}$ *et* $\{\psi_n\}$ *sont deux suites qui remplissent les conditions du lemme et si à chaque fonction* $x(t)$ *sommable de la* $\left(l+\frac{1}{p}\right)^{ième}$ *puissance on peut faire correspondre une fonction* $y(t)$ *sommable de la* $\left(l+\frac{1}{p}\right)^{ième}$ *puissance telle que pour tout n*

$$\int_0^1 x(t)\varphi_n(t)\,dt = \int_0^1 y(t)\psi_n(t)\,dt,$$

la convergence en moyenne par $\left(l+\frac{1}{p}\right)^{ième}$ *puissance de la série* $\sum_{n=1}^{\infty} \alpha_n \varphi_n$ *entraîne celle de la série* $\sum_{n=1}^{\infty} \alpha_n \psi_n$.

Remarque. — On peut énoncer de pareils théorèmes pour *les divers procédés* sommatoires.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes discontinus des substitutions linéaires.* Note de M. **P.-J. Myrberg**, présentée par M. Émile Borel.

On sait que tout groupe de substitutions linéaires réelles d'une variable complexe est proprement discontinu en dehors de l'axe réel, dès qu'il ne contient pas de substitutions infinitésimales. Ce résultat peut être considéré comme cas particulier d'un théorème général concernant certains groupes très étendus de substitutions d'un nombre quelconque de variables.

Soit dans l'espace à $2n$ dimensions avec des coordonnées homogènes y_1, y_2, ..., y_{n+1} un domaine D (connexe ou non) jouissant de cette propriété qu'il existe un système de $n+1$ hyperplans,

$$(1) \qquad \sum_{k+1}^{n+1} c_k y_k = 0,$$

sans points communs et ne renfermant aucun point intérieur de D. *Tout groupe de substitutions linéaires*

$$(2) \qquad y'_i = \sum_{n=1}^{n+1} \alpha_{ik} y_k \qquad (i = 1, 2, \ldots, n+1)$$

transformant D *en lui-même est alors proprement discontinu dans ce domaine, dès qu'il ne contient pas de substitutions infinitésimales.* Ce théorème est une conséquence de certaines propriétés élémentaires des suites infinies de substitutions linéaires que nous traiterons plus en détail dans un travail ultérieur.

On trouve les applications les plus importantes du théorème précédent parmi les groupes de substitutions linéaires transformant en elle-même une forme ordinaire ou hermitienne. Soit d'abord $\varphi(y_1, y_2, \ldots, y_{n+1})$ une forme ordinaire réelle. Nous considérons l'ensemble (T) des hyperplans tangents réels de la multiplicité $\varphi = 0$ et nous supposons qu'il existe dans l'espace $(y_1, y_2, \ldots, y_{n+1})$ des points situés en dehors de (T). Ces points forment alors un domaine $B(\varphi)$ qui satisfait en général à notre condition imposée plus haut au domaine D. $B(\varphi)$ sera évidemment transformé en lui-même par chaque substitution réelle laissant la forme φ invariable. On en conclut, en vertu du théorème ci-dessus, que tout groupe de substitutions réelles linéaires transformant φ en elle-même est proprement discontinu dans le domaine $B(\varphi)$, dès qu'il ne renferme pas de substitutions infinitésimales.

Les formes réelles quadratiques nous fourniront les exemples les plus remarquables. Chaque forme de ce genre est réellement équivalente à une forme du type

$$(3) \qquad \varphi_0 = \sum_{i=1}^{p} y_i^2 - \sum_{k=p+1}^{p+q} y_k^2 \qquad \begin{pmatrix} p+q = n+1 \\ p \geqq q \end{pmatrix},$$

ou $-\varphi_0$. Le domaine $B(\varphi_0)$ existe pour $q = 1$ et $q = 2$. Dans le premier cas, il est défini par l'inégalité

$$(4) \qquad y_1\overline{y_1} + \ldots + y_n\overline{y_n} - y_{n+1}\overline{y_{n+1}} < |y_1^2 + \ldots + y_n^2 - y_{n+1}^2|,$$

pour $n > 2$, et par

$$(5) \qquad y_1\overline{y_1} + y_2\overline{y_2} - y_3\overline{y_3} \lessgtr |y_1^2 + y_2^2 - y_3^3|,$$

pour $n = 2$. Dans le cas $q = 2$ on a l'égalité

$$(6) \quad y_1\overline{y_1} + \ldots + y_{n-1}\overline{y_{n-1}} + y_n\overline{y_n} - y_{n+1}\overline{y_{n+1}} < -|y_1^2 + \ldots + y_{n+1}^2 - y_n^2 - y_{n+1}^2|,$$

pour $n > 3$, et

$$(7) \qquad (y_1\overline{y_1}+y_2\overline{y_2}-y_3\overline{y_3}-y_4\overline{y_4})^2 > |y_1^2+y_2^2-y_3^2-y_4^2|^2,$$

pour $n = 3$. Les domaines (4) et (6) sont d'un seul tenant, tandis que les domaines (5) et (7) se composent chacun de trois parties distinctes.

Les résultats obtenus ci-dessus s'appliquent immédiatement aux formes hermitiennes et aux groupes de substitutions linéaires complexes transformant une telle forme en elle-même; on doit alors prendre pour (T) l'ensemble des hyperplans tangents réels ou complexes de la multiplicité correspondante $\varphi = 0$. Appliqué à la forme quadratique

$$(8) \qquad \varphi = y_1\overline{y_1}+\ldots+y_n\overline{y_n}-y_{n+1}\overline{y_{n+1}},$$

notre théorème prouve immédiatement la discontinuité propre des groupes hyperfuchsiens à l'intérieur d'hypersphère $\varphi = 0$.

Parmi les groupes auxquels notre théorème est applicable, nous citerons encore les groupes des invariants arithmétiques, que nous avons étudiés dans une Note récente [1]. Le domaine analogue au $B(\varphi)$ est alors limité par l'ensemble des hyperplans osculateurs d'une certaine multiplicité algébrique, qui, dans le cas des formes binaires, se réduit à une courbe normale rationnelle.

Nous nous sommes borné ci-dessus aux groupes linéaires. Les résultats indiqués plus haut s'appliquent cependant aux cas remarquables des groupes crémoniens, à savoir ceux qui sont contenus comme sous-groupes dans des groupes finis continus et dont les groupes hyperabéliens fournissent l'exemple le plus simple.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un appareil de réduction microscopique dénommé « Pangrafic »*. Note [2] de M. C. **Dévé**, présentée par M. J. Breton.

Le principe des parallélogrammes articulés, sur lequel sont basés les pantographes, a l'inconvénient d'impliquer de nombreuses articulations. Les pantographes de précision, d'un prix élevé, sont exempts de flexions nuisibles et les jeux de leurs articulations sont extrêmement faibles; cependant tous ces jeux, pouvant s'ajouter dans le même sens, risquent de faire un

---

(1) *Sur les invariants arithmétiques* (*Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1088).

(2) Séance du 25 mai 1925.

total appréciable; il est indispensable que ce total soit petit par rapport aux plus petits détails à tracer; il s'ensuit que le taux de réduction est assez limité.

Je me suis proposé de construire un instrument réducteur sans articulation, précis, simple et par suite d'un prix peu élevé.

Le pangrafic se compose essentiellement d'une tige légère et rigide (fléau) portant une pointe à tracer (diamant) et un curseur pour suivre le tracé à reproduire. Cette tige présente une fente longitudinale dans laquelle entre très librement un pivot fixé à la table de l'instrument. Le curseur, que l'on conduit à l'aide d'une sorte de crayon dont l'extrémité est terminée par une petite rotule, se déplace sur un pupitre fortement incliné sur la ligne « curseur-diamant ».

Lorsqu'on fait tourner le curseur autour du pivot, le diamant décrit un chemin homothétique du chemin du curseur dans le rapport de réduction des lignes pivot-diamant et pivot-curseur.

Quand on déplace le curseur de haut en bas sur le pupitre, le diamant, qui repose sur la pièce à graver, y trace une ligne d'autant plus courte que la pente du pupitre est plus forte. On peut choisir une pente telle que la réduction produite par elle soit précisément égale au rapport des lignes pivot-diamant et pivot-curseur. Dans ce cas, un petit cercle tracé sur le pupitre engendre sur la pièce à graver un petit cercle réduit. On obtient non pas une figure rigoureusement semblable, mais une transformation homographique, qui peut se rapprocher beaucoup de la similitude si l'on choisit convenablement les paramètres de l'homographie; ces paramètres sont : le rapport de réduction, l'inclinaison du pivot et sa forme, qui peut être légèrement courbe, l'inclinaison de la pièce à graver, l'inclinaison du pupitre et surtout la forme du pupitre, qui, pour être facile à construire, doit être une portion de sphère ou de tore. La déformation de la pièce gravée est tout à fait analogue à celle d'une image optique : un choix convenable des paramètres peut corriger la distorsion dans un champ étendu. Les pangrafics réalisant une similitude satisfaisante conviennent, par exemple, aux miniaturistes.

Au lieu de corriger la distorsion, on peut aussi l'accentuer dans un sens déterminé. Ainsi a été réalisé le pangrafic à l'usage des opticiens, construit pour permettre de graver sur les verres de lunetterie, en caractères à peine visibles, les caractéristiques des verres (dioptries, axe des cylindres, etc.). Toute écriture tracée parallèlement aux bords transversaux du pupitre est gravée sur un arc de cercle centré sur le verre et les

lettres sont d'autant plus petites que la ligne est située plus près du centre.

L'application la plus scientifique de l'invention me paraît être son adaptation aux machines à diviser les règles et limbes de précision. Un Pangrafic spécial établi au taux de réduction de $\frac{1}{20}$ m'a permis de tracer 200 traits dans l'intervalle de 1^{mm}, d'apposer ma signature dans le même intervalle et d'y inscrire 10 chiffres bien lisibles côte à côte. Dans un champ microscopique de 1^{mm} on peut être assuré de voir toujours 3 chiffres, le chiffre des millimètres au-dessus de la graduation et les chiffres des dixièmes (0, 2, 4, 6, 8) au dessous, chacun de ces chiffres étant tracé après le trait correspondant et sans soulever le diamant, en sorte que tous les chiffres sont attachés à leur trait. Cette disposition ne laisse plus d'incertitude dans les lectures.

Enfin les pangrafics sont susceptibles d'agrandir un tracé microscopique. Pour cela, on remplace la pointe à tracer par une loupe Stanhope portant à son extrémité inférieure légérement courbe un repère tracé au diamant. Cette loupe permet de suivre le tracé microscopique pendant qu'on conduit le fléau par son curseur, le curseur étant agencé de façon à pointer sur le pupitre.

Comparés aux pantographes, les pangrafics présentent les différences essentielles suivantes :

Ils ne réalisent la similitude que dans un champ limité, mais se prêtent aux transformations homographiques les plus variées. Ils sont plus simples, moins encombrants, et, par suite, moins chers, quoique la finesse des détails qu'ils peuvent graver ne soit limitée que par la finesse de la pointe du diamant, tandis que la finesse des détails gravés avec des pantographes est limitée par les jeux de nombreuses articulations.

Cette précision jointe à l'extrême légèreté du fléau, qui ne surcharge pas d'une façon appréciable le crayon conducteur, permet de graver, à la vitesse de l'écriture courante, des écritures et des signatures ayant des caractères incontestables d'authenticité.

Enfin la possibilité de graver une centaine de lettres ou chiffres dans 1^{mm^2} ouvre peut-être aux pangrafics des applications imprévues.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Variations de la polarisation de Mars au cours d'une perturbation atmosphérique.* Note [1] de M. **Bernard Lyot**, présentée par M. Deslandres.

J'ai montré [2] que la polarisation de Mars a subi, entre l'opposition du 10 juin 1922 et la quadrature suivante, des variations presque identiques à celles de la Lune. Une nouvelle série de mesures, faites pour la plupart avec le grand équatorial de l'Observatoire de Meudon, à partir de la quadrature occidentale d'avril 1924, a d'abord confirmé ces résultats.

Depuis cette date, la polarisation moyenne des régions centrales de la planète passa deux fois par une série de valeurs très voisines de celles de 1922 bien qu'un peu inférieures, sans qu'aucune anomalie ait été constatée jusqu'en décembre, mais, à cette époque, la proportion de lumière polarisée qui était vers le centre de 26 millièmes le 6 décembre descendit le 8 à 21 millièmes sans aucune cause apparente, et le 19, après quelques jours de mauvais temps, j'ai retrouvé Mars voilé par une brume épaisse laissant à peine deviner les mers qui étaient au contraire intenses et visibles jusqu'au bord lors des observations précédentes; le polarimètre n'accusait plus que 9 millièmes. Ce voile persista pendant un mois sur toutes les longitudes.

Le 18 janvier les détails réapparaissaient, couverts d'une légère brume et la polarisation atteignait à nouveau 15 millièmes [3]. Cette éclaircie dura jusqu'à la fin des observations et les deux dernières mesures du 17 février et du 13 mars redonnèrent les chiffres correspondants de 1922.

Ces observations sont résumées par les points de la courbe A; leurs abscisses représentent les temps et leurs ordonnées la proportion moyenne de lumière polarisée des régions centrales. Les ordonnées correspondantes de la courbe B indiquent quelles étaient les valeurs trouvées sur Mars en 1922 pour les mêmes angles de diffusion; celles de la courbe en pointillé sont relatives à la Lune. La comparaison de ces trois courbes met bien en évidence les anomalies.

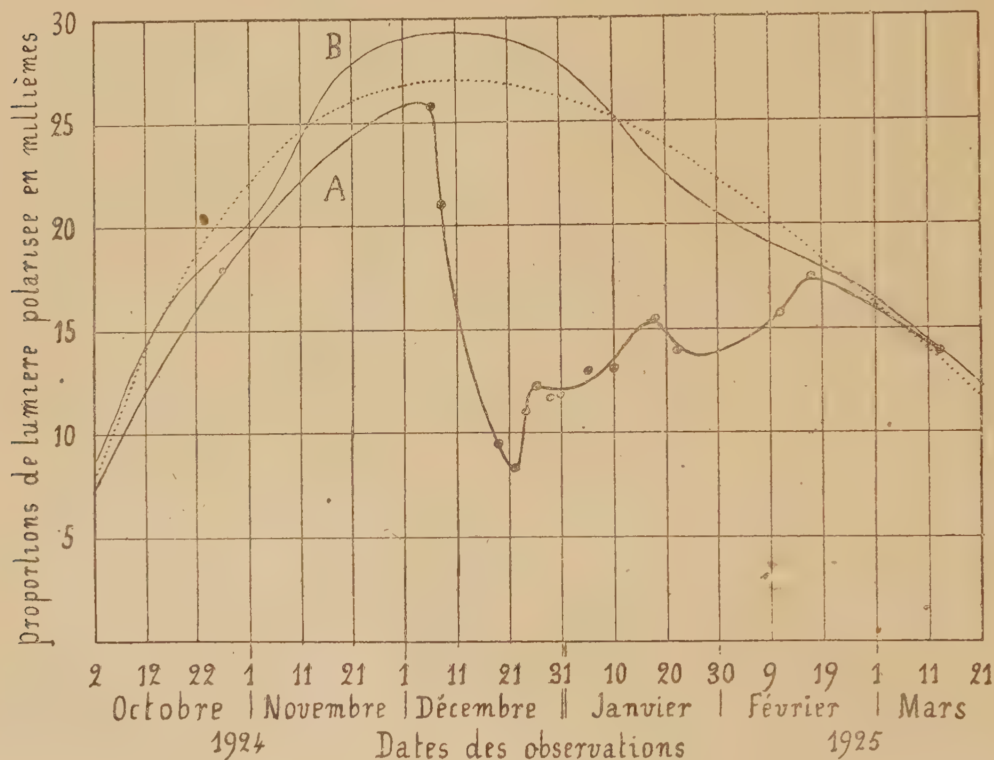
---

(1) Séance du 25 mai 1925.

(2) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 1796.

(3) Un voile analogue a été vu en 1909 par M. A. Antoniadi et les remarquables observations qu'il a faites en 1924 avec le même instrument confirment les aspects qui viennent d'être signalés.

Pendant cette série d'observations, la polarisation n'était généralement pas la même en tous les points du disque; l'étude séparée des diverses régions a été faite avec un oculaire grossissant 530 fois, muni d'un écran jaune verdâtre supprimant complètement le spectre secondaire.



Le 8 décembre, les images étaient excellentes et l'atmosphère de Mars, transparente jusqu'aux bords, laissait voir les régions situées au delà du pôle austral.

La polarisation était de 18 à 19 millièmes sur les terres et variait de 21 à 23 millièmes sur les mers, d'autant plus forte que celles-ci étaient plus sombres.

Elle ne subissait aucun accroissement près des bords sauf près du pôle boréal où une blancheur étroite était visible.

L'atmosphère de Mars n'exerçait donc aucune influence sensible sur la polarisation bien que l'angle de diffusion fût maximum et atteignît 42° 30′.

Pendant la période la plus brumeuse, la polarisation était assez constante dans les régions voisines du centre tandis que sur les bords et en particulier

près des pôles apparaissaient des blancheurs, les unes fortement, les autres très faiblement polarisées.

Le 22 en particulier la polarisation atteignait 27 millièmes au pôle austral tandis qu'au pôle boréal elle était inverse et d'environ 4 millièmes. Ces inégalités s'atténuèrent les jours suivants et le 5 et le 10 janvier elle était au contraire nulle au pôle austral et de 26 millièmes au pôle boréal.

Ces observations montrent que l'atmosphère de Mars diffuse une quantité de lumière insensible lorsqu'elle est très pure tandis que les brumes et les nuages dont elle se charge à certaines époques nous envoient une lumière assez intense polarisée en général moins fortement que celle du sol, quelquefois même dans un plan perpendiculaire.

L'étude de Mars au polarimètre dans des conditions d'éclairement appropriées constitue donc un moyen très sensible d'apprécier la transparence de son atmosphère; il reste applicable à l'ensemble de la planète lorsque les images sont trop agitées ou le disque trop petit pour permettre l'observation des détails.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Ce que nous dit la Mécanique céleste à propos de la rotation des planètes intérieures.* Note (¹) de M. **Jean Boccardi**, présentée par M. Andoyer.

1. En Mécanique céleste on traite le problème de la figure d'équilibre que prendrait une masse fluide homogène soumise à l'attraction d'un centre éloigné, qui lui ferait décrire une orbite presque circulaire, et animée en même temps d'un mouvement de rotation uniforme, de la même durée que la révolution, autour d'un axe passant par son centre de gravité et perpendiculaire au plan de l'orbite. On démontre que la masse fluide prend la forme d'un ellipsoïde à trois axes, dont celui de la rotation est le plus court, et celui qui est dirigé vers le centre d'attraction est le plus long. Soient $2a$ le plus long de ces axes, $2c$ le plus court : en posant (Tisserand, *Mécanique céleste*, 2, p. 113) (²)

$$a^2 = \frac{c^2}{s} = c^2(1+\lambda^2), \qquad b^2 = \frac{c^2}{t} = c^2(1+\lambda'^2),$$

on arrive à deux équations assez compliquées, qui permettent de déterminer les valeurs de s et de t.

(¹) Séance du 25 mai 1925.

(²) J'emploie les notations usuelles, qui ne sont pas celles de Tisserand.

Ce problème a trouvé son application dans le cas de la Lune et a donné pour l'allongement du sphéroïde lunaire, et pour le moment d'inertie correspondant, des valeurs théoriques beaucoup plus petites que celles que donnent les observations de la *libration réelle*. Or j'ai appliqué aux cas de Mercure et de Vénus les formules finales de ce problème. J'ai supposé qu'à une certaine époque, t_0, les durées de la rotation et de la révolution aient été égales, les masses des planètes étant encore à l'état fluide.

Pour Mercure et Vénus, comme pour la Lune, leurs disques — que l'on peut observer même pendant une phase avancée, comme le faisait Schiaparelli — nous paraissent parfaitement circulaires. Donc, à cause de la petitesse du facteur de λ^2, on peut, comme pour le cas de la Lune, négliger le terme avec

$$\lambda^2 \frac{M' c^3}{M l^3},$$

où $\frac{M'}{M}$ est le rapport de la masse du Soleil à celle de la planète considérée, $\frac{c}{l}$ est le rapport du demi-axe c à la distance l au Soleil, supposée constante. On trouve avec Tisserand

$$\lambda^2 = 10\,V, \qquad \lambda'^2 = \frac{5}{2} V,$$

où j'ai posé

$$V = \frac{M' c^3}{M l^3}.$$

On obtient aussi

$$\lambda^2 = \frac{a^2 - c^2}{c^2} = 2\frac{a-c}{c}, \quad \text{à fort peu près;}$$

d'où

$$\frac{a-c}{c} = 5V, \qquad \frac{b-c}{c} = \frac{5}{4} V.$$

Avec les données des *Éphémérides* pour les deux planètes, en appelant ρ le rayon équatorial de la Terre $= 6378393^m$, j'ai obtenu

	$\frac{a-c}{c}\rho$.	$\frac{b-c}{c}\rho$.
Mercure	$4^m,801$	$1^m,200$
Vénus	$2^m,325$	$0^m,581$

On voit que les aplatissements, pour les deux sections principales, subis par les masses fluides de ces deux planètes, par suite de l'attraction de marée du Soleil, se montent à peine à quelques mètres ou à des fractions

de mètres. Il s'ensuit que l'action régulatrice, presque pendulaire, de l'allongement vers le Soleil, ne peut aucunement remplir le rôle de l'allongement lunaire, pour ramener le méridien central à la position qu'il avait à l'époque t_0, après une petite élongation.

2. En suivant les analyses faites par Gyldén et par Charlier pour le cas de la Lune, en appelant A, B, C les moments principaux, en indiquant par Q et F des angles constants et posant $\frac{B-A}{C}=\gamma$, on trouve

$$(a)\quad \eta = Q \sin\left(mt\sqrt{3\gamma}+F\right) + \text{un petit terme dépendant de l'}\textit{équation du centre}.$$

Il n'est pas question de l'*équation annuelle* pour les deux planètes.

L'équation du centre est pour Mercure 4 fois plus forte que pour la Lune; tandis que pour Vénus elle est 8 fois moindre. En tout cas, à cause du facteur γ qui est très petit pour les deux planètes, il s'agit d'oscillations atteignant à peine 1″.

Le premier terme du second membre de l'équation (a) fait que notre satellite se balance comme un pendule simple; la durée de l'oscillation étant

$$\frac{2\pi}{m\sqrt{3\gamma}} = \frac{\text{un mois sidéral}}{m\sqrt{3\gamma}}.$$

Pour Mercure et Vénus, il est certain que l'observation ne nous donnera jamais les valeurs de leurs moments; mais, d'après ce que nous venons de voir au sujet des aplatissements, dans le cas de l'homogénéité, en dit assez sur la valeur de γ.

Pour les deux planètes en question, j'obtiens

	$\frac{a-c}{c}$.	$\frac{b-c}{c}$.
Mercure................	0,0000020341̣82	0,000000508546
Vénus..................	0,000000377293	0,000000094323

Donc, il n'y a pas de balancement originel. Il ne reste que l'effet périodique de l'équation du centre et de quelques inégalités. Or on sait que, pour la Lune, c'est le terme avec Q et F qui, donnant lieu à une petite oscillation dès l'origine, nous permet d'éliminer l'improbabilité, touchant à l'absurdité, d'une coïncidence *absolument parfaite* dès l'origine, entre la rotation et la révolution. Cette improbabilité reste tout entière pour les deux planètes intérieures.

Pour ces planètes, il manque la condition qui pourrait les ramener à la position d'origine, après un petit déplacement toujours admissible. La moindre cause aurait suffi pour faire varier η de *zero à l'infini*.

3. Si l'on disait que $\gamma > 0$ est la condition suffisante pour diminuer l'invraisemblance d'une égalité rigoureuse entre la rotation et la révolution, et que avec une valeur de Q assez grande on aurait une oscillation très longue, je ferais remarquer qu'une valeur de

$$\gamma = \frac{(a-c)-(b-c)}{c}$$

qui pour Vénus est égale à peine à 0,000000283, serait purement *nnmérique;* elle n'aurait aucun sens *physique* et *pratique.* La moindre des causes internes à la planète, par exemple le manque d'homogénéité parfaite, une faible secousse suffirait pour annuler l'effet régulateur d'une différence évanouissante entre les moments. Avec des valeurs évanouissantes de γ les limites de la rotation

$$m(1 \pm Q\sqrt{3\gamma})$$

seraient pratiquement coïncidantes.

Une valeur assez grande de Q empêcherait que la planète tournât toujours la même face vers le Soleil, en même temps qu'une oscillation de quelques centaines d'années réaliserait pratiquement la coïncidence absolue entre la rotation et la révolution.

Non, les faits naturels qui doivent assurer la stabilité d'un équilibre ne peuvent reposer sur quelques dix-millionièmes. Le fait est que, pour la Lune, la valeur observée de γ est dix fois plus grande que la valeur théorique, qui, d'ailleurs, est cent fois plus grande que celle de Vénus. C'est par de tels moyens que la Nature assure la stabilité.

GÉODÉSIE. — *Déterminations de l'intensité de la pesanteur faites dans la République de l'Équateur au cours de la mission du Service géographique de l'Armée* (1899-1906). Note [1] de M. **H. Noirel**, présentée par M. R. Bourgeois.

Au cours de la mission du Service géographique de l'Armée qui a exécuté, de 1899 à 1906, la mesure d'un arc de méridien équatorial dans l'Amérique du Sud, il a été effectué six déterminations de l'intensité de la pesanteur.

Les valeurs données ici résultent d'une réduction provisoire ; les valeurs définitives s'en écarteront fort peu.

---

[1] Séance du 14 avril 1925.

Ces opérations ont été faites en *cinq stations* réparties le long d'une coupe allant de l'Est à l'Ouest, normalement à la direction générale de la double chaîne montagneuse qui constitue les Andes, ainsi que l'avait conseillé Henri Poincaré. Une *sixième* station a été faite à Quito (Observatoire national).

Les stations sont situées : à Machala, sur la côte du Pacifique; à Bucay, au pied de la Cordillère occidentale, sur le versant ouest; à Riobamba, au centre du plateau interandin; la station de Quito donne une deuxième valeur de g au centre de ce plateau. Une quatrième station est placée au pied du Chimborazo, sur le versant sud du massif, dans l'axe de la Cordillère occidentale, à environ 3700^{m} d'altitude. Enfin, la cinquième station, qui est la symétrique de celle du Chimborazo, se trouve à Baños, dans le bassin de l'Amazone, sur l'alignement des hauts sommets de la Cordillère orientale.

On a employé le pendule réversible inversable de Defforges (pendule n° 2 de Huetz).

Ces déterminations relatives sont encadrées par trois mesures faites à l'Observatoire de Paris en 1902, 1905 et 1907, point où la valeur de g résulte d'observations absolues.

La durée de l'oscillation (ramenée à 15° C.) a été pour Paris (Observatoire), en reprenant d'anciennes mesures faites par Defforges :

En 1890	$0^{s},7110802$
En 1892	0,7110814
En 1902	0,7110796
En 1902	0,7110792
En 1905	0,7110892
En 1907	0,7110815

dont la moyenne est égale à $0^{s},7110804$.

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Stations.	Observateur.	Année.	Latitude.	Longitude par rapport à Paris.	Altitude.	g observé.
Riobamba (Loma de Quito)	R. Bourgeois	1901	—1°.40',0	80°.59',8	2776^{m}	$977^{cm},419$
Paris (Observatoire)	H. Noirel	1902	valeur adoptée : 981,000			
Paris	»	1905				
Machala (Pampa de Puerto de Pilo)	»	1905	—3.15,9	82.18,6	5	978,046

Stations.	Observateur.	Année.	Latitude.	Longitude par rapport à Paris.	Altitude.	g observé.
Bucay (Hacenda Dillon)	»	1905	—2.10,0	80.23,3	325	977,870
Chimborazo (Paramo de Chinigua)	»	1905	—1.29,0	81.11,8	3685	977,161
Baños (nouvelle basilique)	»	1905	—1.24,6	80.47,1	1843	977,582
Quito (Observatoire national)	»	1906	—0.12,9	80.50,8	2816	977,338
Paris	»	1907	(valeur adoptée 981,000).			

Il était indiqué de calculer l'expression qui constitue le critérium de Defforges (*Mémorial du Dépôt de la Guerre*, 15, p. 130):

$$T - T' = T\left(\frac{m_1^2 + m_2^2}{4} + \frac{\rho + \rho'}{4}\right)\frac{h - h'}{hh'}$$

(les lettres ayant la signification donnée dans l'ouvrage cité).

La valeur de T — T' est de 272 à Riobamba, ce qui se rapporte parfaitement aux observations antérieures. A partir de 1902, le terme a pris une valeur sensiblement différente, mais constante, c'est-à-dire indépendante de la température moyenne d'observation, laquelle a cependant varié, suivant les stations, de 11° à 27°. Les valeurs respectivement trouvées aux huit stations à partir de Paris 1902 ont été : 390, 399, 413, 368, 394, 376, 384 et 383 (moyenne 389).

Il semble donc que, si l'on exclut toute modification des rayons de courbure ρ et ρ' des couteaux, la variation s'est produite en 1902 dans le voyage de retour du commandant Bourgeois. Une variation de l'ordre de quelques microns dans la position du centre d'oscillation suffit à expliquer le changement constaté.

La correction dite *topographique* n'a pas encore été calculée, sauf au Chimborazo, où l'on a constaté qu'elle est de l'ordre de 6 unités du troisième ordre. On s'est assuré qu'elle reste faible aux autres stations.

La comparaison Observation — Calcul a été faite entre la valeur théorique déduite de la formule de Helmert (1901):

$$g = 978^{cm},046\,(1 + 0,005\,302 \sin^2 \text{latitude}),$$

et la valeur observée dont on a retranché 40 unités du troisième ordre pour la ramener au système de Vienne.

La réduction de Bouguer a été faite avec D = 5,53, et respectivement pour δ = 2,0, 2,6 et 2,8, ce qui donne le tableau suivant :

	Valeur observée, ramenée au système de Vienne.	Valeur théorique (Helmert 1901).	Réduction au niveau de la mer et correction de Bouguer. — Densité continentale.			Différence O — C. — Densité continentale.		
			2,0.	2,6.	2,8.	2,0.	2,6.	2,8.
	cm	cm	+	+	+			
Riobamba....	977,379	978,050	619	550	527	— 52	—121	—144
Machala......	978,006	978,063	1	1	1	— 56	— 56	— 56
Bucay.......	977,830	978,058	72	64	62	—156	—164	—166
Chimborazo..	977,121	978,050	822	730	700	—101	—193	—223
Baños........	977,542	978,050	411	365	350	— 97	—143	—158
Quito........	977,298	978,046	648	553	535	—100	—193	—213

Correction topographique. — Chimborazo : 6.

On voit qu'il y a partout un déficit de pesanteur, même sur la côte du Pacifique, et que ce déficit est assez considérable à Bucay.

RADIATION. — *Les spectres des rayons X du praséodyme, du néodyme et du samarium.* Note (¹) de Mlle **E. Gleditsch** et M. **E. Botolfsen**, présentée par M. Jean Perrin.

Au cours de quelques recherches sur les rayons X de différents éléments nous avons pris des spectrogrammes de quelques-unes des terres rares. Parmi ces spectrogrammes quelques-uns sont très nets et très complets permettant de mesurer les positions des raies et d'en calculer leurs longueurs d'onde. Les données sur les spectres des rayons X de ces éléments étant peu nombreuses, nous avons jugé d'un certain intérêt de les publier, bien que les mesures de longueurs d'onde ne soient pas d'une très grande précision.

La méthode et les dispositifs expérimentaux sont ceux qui ont été décrits par M. Siegbahn. La source de rayons X est constituée par un tube en cuivre et porcelaine à chemise d'eau, ayant une cathode froide et une anticathode changeable. Le spectromètre construit pour enregistrement photographique est muni d'un cristal tournant (principe de MM. Moseley,

(¹) Séance du 18 mai 1925.

de Broglie et Siegbahn). Le cristal qui nous sert actuellement est un cristal de sel gemme et nous avons admis comme valeur de d (distance des plans réticulaires relatifs aux faces cubiques) celle donnée par Moseley $2,814.10^{-8}$ cm. Le tube est alimenté par une bobine d'induction muni d'un redresseur de courant. Les impressions données ci-dessous sont obtenues en maintenant dans le tube un potentiel de 30 à 40 kilovolts et une intensité de courant de 1 à 1,5 milliampère.

Les raies furent repérées à l'aide de raies du cuivre correspondant aux angles φ (le complément de l'angle d'incidence) de 15°51′ et de 14°43′ ou aux longueurs d'onde de $1,537.10^{-8}$ et de $1,384.10^{-8}$ cm.

On a évalué l'intensité des raies par le noircissement des clichés photographiques, en donnant toujours à la raie la plus forte d'un cliché l'intensité 1.

Les sels examinés, des nitrates de praséodyme, de néodyme et de samarium étaient tous en solution; celles-ci furent évaporées à sec et les nitrates obtenus furent chauffés au rouge et ainsi transformés en oxydes, qui servirent ensuite pour les expériences aux rayons X.

Dans les Tables suivantes on trouve les valeurs de φ, le complément de l'angle d'incidence; de λ, la longueur d'onde en unités Ångström et de I, l'intensité pour les raies examinées du spectre L des éléments mentionnés.

Praséodyme.

Raie.	φ.	λ.	I.
α	25°57′,5	2,4635	1
β_1	23.42,7	2,2632	2
β_3	23.16,4	2,2218	5
β_2	22. 9	2,1268	3
γ_1	20.23,5	1,9794	4
γ_2	19.33,7	1,8844	6
γ_3	18.55,6	1,8255	7

Néodyme.

Raie.	φ.	λ.	I.
α	24°56′	2,3725	1
β_1	22.41,2	2,1707	2
β_3	22.14,8	2,1303	5
β_2	21. 7,4	2,0282	3
γ_1	19.24,9	1,8708	4
γ_2	18.35,1	1,7937	6
γ_3	17.59,9	1,7390	7

Samarium.

Raie.	φ.	λ.	I.
α	23°. 4',6	2,2059	1
β_1	20.49,9	2,0014	2
β_3	20.23,5	1,9610	5
β_2	19.24,9	1,8708	3
γ_1	17.45,1	1,7159	4
γ_2	17. 1,3	1,6475	6
γ_3	16.29,1	1,5970	7

Nous reproduisons ci-dessous les clichés qui ont servi pour les mesures.



Ces clichés sont disposés de façon que les raies du cuivre se trouvent l'une au-dessus de l'autre.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la signification physique de la tension de dissolution électrolytique.* Note [1] de M. J. **Heyrovský**, présentée par M. G. Urbain.

Pour calculer le potentiel (π) d'une électrode métallique (Me) en équilibre réversible avec la solution où elle baigne, on peut utiliser le cycle suivant :

Vaporisons dans l'atmosphère sèche un atome-gramme du métal Me sous la tension de vapeur P_{Me} qu'il possède à la température T; le travail résultant est RT.

Supposons maintenant que la vapeur du métal soit en équilibre avec ses produits d'ionisation, c'est-à-dire avec les électrons ε et les ions métalliques Me. Nous pouvons alors dissocier les atomes Me (travail RT), et transférer les électrons dans l'électrode et les ions dans la solution. Le travail résultant du premier transport est — RT — ψF, si ψ désigne le potentiel à la surface

(1) Séance du 18 mai 1925.

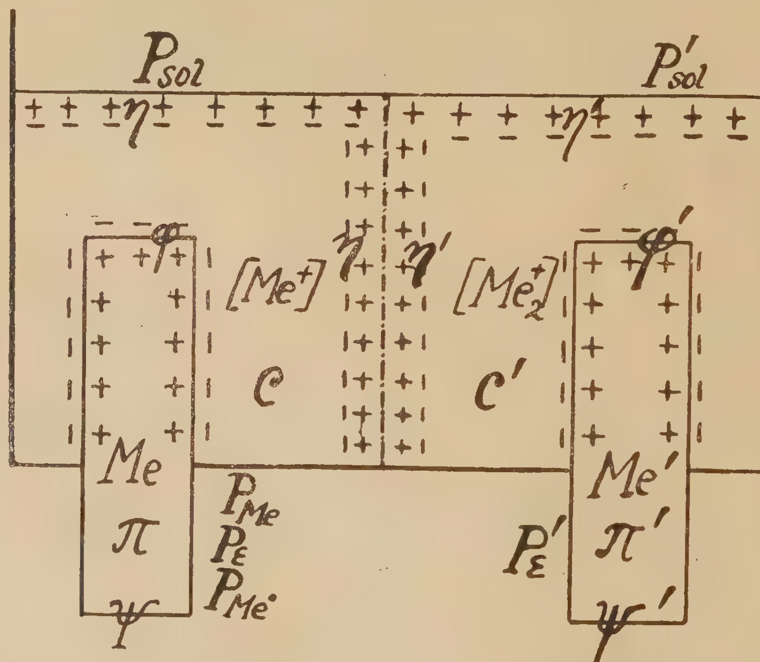
du métal. Pour exécuter le deuxième transport, il faut d'abord dissoudre les ions dans la vapeur de la solution, ce qui libère l'énergie libre d'hydratation H; ensuite on concentrera les ions depuis leur pression d'équilibre dans la vapeur métallique, soit $P_{Me^{\cdot}}$, jusqu'à leur concentration dans la solution, soit $[Me^+]$. Ce travail est $RT \log \frac{[Me^+]}{P_{Me^{\cdot}}}$.

Pour plonger ces ions dans la solution il faudra franchir le potentiel de la surface, η (travail $-\eta F$), enfin on ramènera les ions de la solution dans l'électrode, sous le potentiel φ (ce qui donne $\varphi F - RT$).

Le total des travaux de ce cycle réversible est alors

$$(1) \qquad -\psi F - H + RM \log \frac{[Me^+]}{P_{Me^{\cdot}}} - \eta F + \varphi F = 0.$$

Pour préciser la signification des potentiels ψ, η, φ on peut imaginer la



transformation suivante, sur un système de deux électrodes de métaux différents, Me, Me′, plongées respectivement dans leurs solutions C et C′ (voir la figure).

Transférons un atome-gramme du métal Me dans la solution C, franchissant le potentiel φ (travail $-\varphi F$); puis transportons de la solution C à C′

$(1-n)$ cations-grammes en même temps que n anions-grammes passent de C′ à C (comme cela a lieu dans l'électrolyse); si nous considérons comme négligeables les travaux osmotiques de diffusion, le travail résultant des transports ci-dessus sera $(\eta-\eta')F$. Nous déposerons ensuite les ions Me_2^+ de la solution C′ sur l'électrode Me′, dont le potentiel est φ' (travail $\varphi'F$). Enfin un faraday (F) d'électrons passera du métal Me au métal Me′ en traversant des surfaces de contact métalliques sèches : le travail correspondant comprend la traversée des potentiels ψ et ψ' [travail $(\psi-\psi')F$] et les travaux de compression des électrons de la pression P_ε qu'ils possèdent dans Me à la pression P'_ε qui règle dans Me′ $\left(\text{travail RT}\log\frac{P'_\varepsilon}{P_\varepsilon}\right)$.

L'ensemble de ces transports produit un résultat identique à la dissolution électrolytique d'un atome-gramme de Me accompagné du dépôt d'un équivalent du métal Me′, sans changement de conditions électrolytiques : Cette dernière opération demanderait l'énergie $(\pi-\pi')F$ où π et π' sont les potentiels électrolytiques des électrodes Me et Me′, plongées dans les solutions C et C′. On aura donc

$$\pi-\pi'=\varphi'-\varphi+\eta-\eta'+\psi-\psi'+\frac{RT}{F}\log\frac{P'_\varepsilon}{P_\varepsilon},$$

d'où

$$\pi=-\varphi+\eta+\psi-\frac{RT}{F}\log P_\varepsilon+K \tag{2}$$

où K est une constante indépendante de la nature du métal.

Si nous désignons par $IF=RT\log\frac{P_{Me}}{P_{Me^\cdot}P_\varepsilon}$ l'affinité des électrons ε pour les ions Me^+, le potentiel π d'une électrode réversible devient

$$\pi=-\frac{RT}{F}\log P_{Me}+I+\frac{H}{F}+\frac{RT}{F}\log[Me^+]\ldots. \tag{3}$$

Les trois premiers termes donnent la signification physique de la tension de dissolution électrolytique au sens de Nernst. Ces trois termes peuvent être déterminés expérimentalement ; la chaleur d'hydratation des ions étant calculée par la méthode de M. K. Fajans [1].

Les déterminations de ces constantes sont actuellement très rares, et toujours trop peu précises pour permettre d'obtenir autre chose qu'un

---

(1) *Ber. d. d. phys. Ges.*, 21, 1919, p. 549, 709.

ordre de grandeur. Voici les résultats obtenus avec les indications trouvées dans la bibliographie du sujet :

Li...........	—3,77 (—3,80) v	Rb.........	—3,84 (—3,70)
Cs...........	—4,20 (—)	Na.........	—4,15 (—3,52)
K...........	—4,00 (—3,70)	Ti..........	—0,20 (¹) (—1,0)

Les potentiels sont calculés par la formule (3) en prenant celui de l'argent pour zéro. Les chiffres entre parenthèses désignent les potentiels mesurés directement.

On peut exécuter le même cycle réversible avec des métalloïdes, et par conséquent en déduire une formule analogue (²).

RADIOLOGIE. — *Sur une nouvelle méthode d'analyse quantitative par rayons X.* Note de M. **Eugène Delauney**, présentée par M. G. Urbain.

Les divers éléments absorbent différemment un faisceau monochromatique de rayons X. J'ai basé sur ce principe, à la demande de M. G. Urbain, une méthode de dosage des métaux également applicable aux solutions et aux corps solides. Je me limiterai dans cette Note aux cas des solutions.

Principe. — Une petite cuve contenant la solution est fixée invariablement sur le trajet d'un faisceau monochromatique de rayons X durant toutes les opérations. On peut définir, relativement à la radiation monochromatique utilisée et à l'élément considéré, un coefficient exponentiel d'absorption a par la relation

$$I = I_0 e^{-am1}.$$

I_0 se rapporte à l'eau pure, I à la solution ; m désigne le nombre de grammes de l'élément dissous par centimètres cubes de solution. La détermination préalable de a et les mesures de I et I_0 permettent d'obtenir m.

Si la solution contient deux éléments la relation devient $I = I_0 e^{-(a_1 m_1 + a_2 m_2)}$; une deuxième relation est nécessaire pour obtenir m_1 et m_2, et, dans ce but, on peut utiliser une autre radiation monochromatique, ou recourir à quelque autre procédé de dosage. Lorsque le mélange contient trois ou plus de trois éléments, il faut établir autant d'équations que le problème com-

(¹) Calculés par une voie indirecte, en partant des données de Haber, *Sitzungesber. Preuss. Akad.*, **51**, 1919, p. 506.

(²) Heyrovsky, *Journ. Phys. Chem.*, **29**, 1925, p. 344.

porte d'inconnues. Toutefois la méthode se simplifie dans un très grand nombre de cas.

1° Les sels en solution peuvent être bien définis (ex. : $BaCl^2$). Il est inutile de doser séparément Ba et Cl ; on détermine le coefficient global d'absorption du sel.

2° La solution contient en excès des réactifs étrangers. On pourra éviter leur dosage en les choisissant tels que leurs coefficients d'absorption soient négligeables vis-à-vis de ceux des corps à doser.

3° Un ou plusieurs des éléments présents ont des coefficients d'absorption très petits et négligeables. On peut, dès lors, considérer ces éléments privilégiés comme inexistants dans le mélange. Il en est ainsi toutes les fois que les éléments ont un poids atomique suffisamment faible.

Appareillage. — 1° Un tube à rayons X ordinaire ; 2° un sélecteur constitué soit par un filtre (basé sur l'absorption sélective des différentes substances au voisinage de leur discontinuité d'absorption K), soit par des cristaux de sel gemme. Pour les petites longueurs d'onde, il est commode d'utiliser le dispositif employé par Sir Ernest Rutherford [1] pour l'étude des rayons γ ; 3° la petite cuve ; 4° le système détecteur se composant d'une chambre d'ionisation à xénon [2] et d'un électromètre monté avec fuite au sol.

Discussion. — Pour que l'intensité soit aussi grande que possible, et pour réduire les pertes en radiation, il est nécessaire de recourir aux radiations K des métaux ayant un numéro atomique élevé.

Le choix des radiations à utiliser dépend d'une part du coefficient d'absorption de l'élément le plus absorbant, et d'autre part de la concentration moyenne des solutions. En effet l'erreur relative provenant du coefficient global d'absorption, $a = a_1 m_1 + a_2 m_2$, est d'autant plus petit que a est plus grand.

Dans le cas où l'on emploie plusieurs radiations monochromatiques pour déterminer la composition d'un mélange, les équations ne doivent pas conduire à une indétermination, ce qui serait possible si le choix était fait arbitrairement. D'une manière générale, il faut recourir à de courtes longueurs d'ondes.

L'utilisation de plusieurs radiations pour obtenir des équations distinctes présente un intérêt particulier lorsque l'élimination d'un ou de plusieurs éléments de faibles poids atomiques contenus dans un mélange complexe

---

(1) Sir Ernest Rutherford et E. Da Andrade, *Phil. Mag.*, 2, 1914, p. 263.

(2) Dauvillier, *Revue générale de l'Électricité*, 14, 8 décembre 1923, p. 887-902.

est particulièrement pénible (titane en présence de zirconium et de celtium).

Les nombres suivants donnent une idée de la précision sur laquelle on peut compter :

MÉLANGE DE $BaCl^2$ ET $SrCl^2$. ANALYSES FAITES A L'AIDE DE LA RAIE K_α DU TUNGSTÈNE.

1re *série* (163g,5 de baryum au litre ; 190g,2 de strontium au litre).

	I_0.	I.	Observé.	Calculé.
Solution de $BaCl^2$	47,4	8,7	$a_{Ba}=0,737$	»
» de $SrCl^2$	42,1	16,1	$a_{Sr}=0,417$	»
75cm³ de $BaCl^2$ / 25cm³ de solution de $SrCl^2$	43,5	9,4	0,655	0,657
50cm³ de solution de $BaCl^2$ / 50cm³ » de $SrCl^2$	43,2	11,3	0,582	0,577
37cm³,5 de solution de $BaCl^2$ / 108cm³,5 » de $SrCl^2$	42,7	13,7	0,493	0,491

L'erreur relative est inférieure au $\frac{1}{100}$.

2e *série* (16g,55 de Ba au litre ; 19g,02 de Sr au litre).

	I_0.	I.	Observé.	Calculé.
50 pour 100 de $SrCl^2$ / 50 » de $BaCl^2$	39,2	34,7	0,053	0,051
25 pour 100 de $SrCl^2$ / 75 » de $BaCl^2$	39,2	34	0,061	0,066
5 pour 100 de $SrCl^2$ / 95 » de $BaCl^2$	39,3	33,2	0,073	0,072

L'erreur relative est en raison inverse du coefficient global d'absorption de la solution. Les erreurs relatives observées sont de l'ordre du $\frac{1}{10}$, ce qui est bien conforme à ce qui pouvait être prévu puisque la concentration de ces solutions est 10 fois plus petite que celle des solutions correspondant à la première série.

Mélange de KCl *et de* KBr.

	I_0.	I.	Observé.	Calculé.
Solution de KBr	29,3	9,5	0,489	»
Solution de KCl	29,3	24,4	0,795	»
10cm³ de KBr / 20cm³ de KCl	29,3	17,6	0,2214	0,2197

Erreur relative $< \frac{1}{100}$.

Mélange de KI *et de* KBr.

	I_0.	I.	Observé.	Calculé.
Solution de KI	29,9	2,1	1,154	"
Solution de KBr	29,9	9,8	0,485	"
10^{cm^3} de KI, 20^{cm^3} de KBr	29,9	5,9	0,705	0,708
10^{cm^3} de KI, 10^{cm^3} de KBr	29,9	4,6	0,813	0,819
20^{cm^3} de KI, 10^{cm^3} de KBr	29,9	3,8	0,908	0,931

Erreur relative $< \frac{1}{100}$.

Nous avons récemment, M. le professeur G. Urbain et moi, appliqué cette méthode à des mélanges de zirconium et de celtium.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Détermination précise de la masse atomique du lithium* 6 (*méthode d'Aston*). Note de M. **J.-L. Costa**, présentée par M. Jean Perrin.

Le spectrographe de masse, maintenant bien connu, a été utilisé dans ce travail, pour déterminer avec précision (méthode d'encadrement) les rapports des masses atomiques de quelques éléments légers.

Le dispositif expérimental est essentiellement analogue à celui d'Aston. Les rayons positifs sont produits dans une petite ampoule à gaz par une décharge à tension assez faible, et accélérés dans un espace vide par un champ électrique indépendant. La déviation électrique des rayons est de 7°, et le parcours total des rayons environ 45^{cm}. Sur tout ce parcours la pression est maintenue en dessous de 0,1 barye par une pompe moléculaire Hollweck, plusieurs pompes à diffusion et des condenseurs à air liquide. La constance des champs magnétique et électrique est assurée par l'emploi d'accumulateurs de grande capacité, 400 ampères-heures pour le champ magnétique, et 3-4 ampères-heures pour le champ électrique.

Des expériences préliminaires ont permis de déterminer par tâtonnement le plan focal, et de retrouver l'échelle linéaire de répartition des masses. Le point milieu de la plaque (foyer du rayon de déviation magnétique 4θ, θ étant la déviation électrique) est situé environ à 15^{cm} de l'origine virtuelle de l'échelle. Des nombreuses plaques Schumann furent obtenues montrant les

raies habituelles. Sur les meilleurs clichés la largeur des raies est d'environ $1^{mm},2$ et aucun voile n'est visible entre elles.

Les résultats présentés ici ont été obtenus par la méthode d'encadrement. Trois batteries d'accumulateurs de 90 volts chaque furent très exactement égalisées en compensant par des potentiomètres leurs petites différences. L'emploi successif de deux ou trois de ces batteries en série permettait la comparaison de masses dans le rapport de 2 à 3; quelques accumulateurs supplémentaires, ajoutés et retranchés, produisent l'encadrement. La lecture des raies sur un comparateur peut être faite à $0^{mm},03$ près.

Hydrogène. — Les masses des ions de l'atome et de la molécule d'hydrogène furent comparées, et le rapport $\frac{1}{2}$ fut vérifié à la précision de l'instrument actuel.

Hélium. — La masse de cet élément fut mesurée par rapport à celle du carbone deux fois ionisé. L'encadrement produit était symétrique pour les masses de ces ions.

Lithium. — Cet élément consiste en deux isotopes de masses 6 et 7, Aston a signalé que ces masses présentaient, par rapport aux nombres entiers, des écarts décelables mais à la limite de précision des lectures directes sur son échelle de masse.

La masse du lithium 6 a été comparée à celle de l'atome d'hélium. Les rayons de lithium et d'hélium sont produits dans la même opération en faisant varier légèrement la pression dans le tube. Un condenseur à air liquide relié à l'ampoule élimine les lignes parasites. L'encadrement est visiblement dissymétrique. Les mesures faites sur deux plaques obtenues dans des conditions différentes ont donné respectivement les résultats suivants :

Encadrement (mm)	4,57 4,12	6,30 5,72
Différence (mm)	0,45	0,58
Distance équivalant à l'unité de masse (mm)	23,5	33,1
Masse de Li^6 déduite ($He = 4,000$)	6,010 ±0,002	6,009 ±0,002

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une méthode de détermination de la répartition granulométrique des systèmes dispersés.* Note de MM. **René Audubert** et **Henri Rabaté**, présentée par M. Jean Perrin.

Les propriétés physico-chimiques des systèmes dispersés sont essentiellement liées au nombre et à la dimension de leurs particules; on peut citer en particulier les propriétés adsorbantes et les caractéristiques optiques des solutions colloïdales et des suspensions, la sensibilité des émulsions photographiques, la qualité des ciments et des chaux, les propriétés des pigments utilisés dans l'industrie des peintures et dans l'industrie du caoutchouc, la plasticité des argiles, etc. Aussi s'est-on occupé d'établir des méthodes permettant de déterminer la taille des grains et leur répartition.

Ces méthodes sont de deux sortes : les unes sont basées sur des observations microscopiques; elles sont longues et peu précises. Les autres reposent sur l'examen de la sédimentation du système, celui-ci remplissant complètement le tube d'observation. Des calculs compliqués permettent d'obtenir la courbe de répartition quand on connaît la variation en fonction du temps du poids des grains déposés sur le fond.

Il nous a paru commode de simplifier ces méthodes de sédimentation de la manière suivante :

Deux tubes verticaux, remplis du liquide intergranulaire, sont reliés par un tube de communication qui aboutit environ au quart inférieur de l'un d'eux. Le système dispersé est introduit à la partie supérieure de ce dernier tube en quantité très faible, à une concentration variable suivant la précision du dispositif d'observation employé. Une différence de pression mesurable par des moyens divers : manomètre à bulle, ou à cloche, tube incliné etc., s'établit entre les deux tubes. Elle persiste tant que les premiers grains n'ont pas dépassé l'orifice de communication et diminue avec le temps. Le calcul de la chute dans de telles conditions est beaucoup plus facile que dans le cas où le système dispersé est introduit dans la totalité du tube, il montre que la composition granulométrique peut être obtenue à partir de la variation de pression en fonction du temps.

En effet, la masse des grains dm dont les diamètres sont compris entre r et $r + dr$ est $dm = F(r)dr$.

Les grains ayant atteint la section de l'orifice au temps t satisfont à la loi de Stokes : $r^2 t =$ const. $=$ A, A étant fonction de la vis-

cosité et de la densité du liquide intergranulaire, de la densité des grains et de la hauteur de chute.

En différentiant,

$$dr = -\frac{r}{2t}dt,$$

ou encore

$$dr = Bt^{-\frac{3}{2}}dt, \qquad \text{d'où} \qquad dm = Bt^{-\frac{3}{2}}F(r)dt.$$

Par suite

$$F(r) = Kt^{\frac{3}{2}}\frac{dm}{dt} = K't^{\frac{3}{2}}\frac{dp}{dt},$$

en désignant par p la différence de pression entre les deux colonnes de liquide; la constante K′ dépend essentiellemeut des caractéristiques de construction du dispositif adopté et de A. On calcule ainsi $F(r)$ pour chaque valeur de t, c'est-à-dire en tenant compte de la loi de Stokes pour chaque valeur de r. De $F(r)$ il est ensuite facile de passer à $\varphi(r)$ donnant le nombre des grains en fonction du diamètre.

Lorsqu'on fait l'expérience, on constate parfois, au moment où l'on introduit le liquide dispersé, la formation de tourbillons surtout accusés avec les gros grains et très vraisemblablement dus à l'entraînement de l'eau par ceux-ci. Bien que se manifestant uniquement au début de la chute, on pouvait craindre que ces régimes tourbillonnaires pussent compromettre la validité d'application de la loi de Stokes et par suite le résultat du calcul.

L'expérience montre que cette crainte est injustifiée.

En effet, en déterminant les courbes de répartition granulométrique de milieux à grosses particules pour lesquelles, par conséquent, les régimes perturbateurs sont intenses, par exemple pour certains échantillons de céruse et de blanc de zinc, on obtient des résultats identiques, quelles que soient les concentrations très variées dans lesquelles la chute est effectuée. Il n'est donc pas douteux que la méthode donne des résultats tout à fait corrects.

Nous avons étudié par ce procédé des systèmes dispersés très différents, précipités : sulfate de baryte, chlorure d'argent, carbonate de calcium; pigments : oxyde de zinc, sulfure de zinc, carbonate de plomb, oxyde de titane, oxyde de fer micacé, silico-aluminate de fer, oxyde d'antimoine. Nous avons pu ainsi apprécier la commodité de cette méthode qui possède en outre l'avantage de se prêter facilement à un enregistrement graphique ou photographique.

Bien entendu, la détermination granulométrique par l'étude de la flocu-

lation reste limitée aux systèmes dispersés dont les particules sont de même nature et possèdent une forme régulière. On vérifie en effet que la loi de Stokes, applicable à des grains qui ne sont pas rigoureusement sphériques, ne l'est plus dans le cas de formes très irrégulières telles que des bâtonnets.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A propos du tétrahydroxyfluorène* 2.7.9.9'. Note de MM. **Ch. Courtot** et **R. Geoffroy**, présentée par M. Ch. Moureu.

Dans une précédente Note sur la sulfonation du fluorène ([1]), nous avons proposé une démonstration de la constitution du disulfofluorène 2.7, beaucoup plus simple que celle donnée par J. Schmidt, Retzlaff et Haid ([2]).

Au cours de notre étude dans la série du fluorène, que nous publierons prochainement en détail dans un autre recueil, nous avons dû revenir sur le produit de la fusion alcaline du 2.7-disulfofluorène, que les auteurs allemands considèrent comme un tétrahydroxyfluorène 2.7.9.9' (A) (formule I).

D'un examen approfondi, d'une part de ce produit A, et d'autre part de l'acide 4.4'-dihydroxydiphènyle-2-carbonique (B) (formule II), obtenu par fusion alcaline de la disulfofluorénone, il nous a paru qu'il y avait identité complète entre les deux composés, de même formule centésimale.

La constitution du tétrahydroxyfluorène repose sur son analyse élémentaire et sur celle du dérivé benzoylé correspondant, tétrabenzoate suivant les auteurs, sans détermination de grandeur moléculaire, sans doute à cause de l'insolubilité dans les solvants cryoscopiques usuels, et enfin sur la transformation, par action de PCl^5, du tétrahydroxyfluorène en tétrachlorofluorène (formule III).

L'identité que nous pensons avoir bien établie repose :

1° Sur le point de fusion. A est donné par J. Schmidt comme fusible à 278°. Nous avons trouvé 281-282° et pour B exactement la même valeur. Il n'y a pas variation par mélange intime de A et de B.

2° Le dérivé benzoylé de A présente une anomalie à la fusion non observée par les savants allemands : il se liquéfie à 153°, puis se solidifie et

---

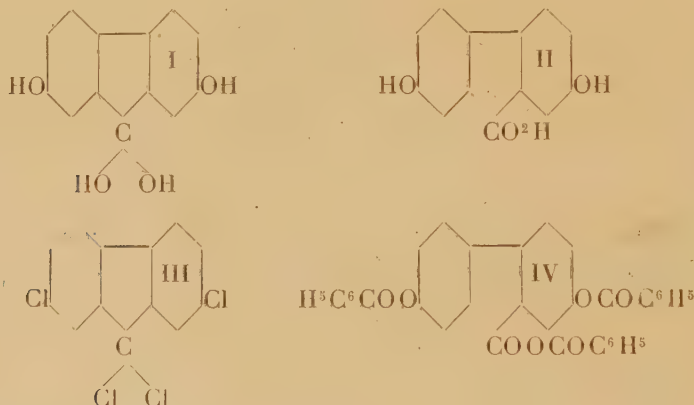
([1]) *Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 2259.

([2]) *Annales de Liebig*, **390**, 1912, p. 210.

fond à nouveau à 270°. Recristallisé dans le nitrobenzène, il fond constamment à 287°. Même anomalie pour le dérivé benzoylé de B. Ce phénomène se répète sur les dérivés de A et B intimement mélangés. La preuve du mélange ne donne lieu à aucune perturbation. Les benzoates de A et de B donnent les mêmes résultats à l'analyse, qu'ils fondent à 153° ou à 287° :

			Théorie pour	
			$C^{13}H^{7}O^{4}(COC^{6}H^{5})^{3}$.	$C^{13}H^{6}O^{4}(COC^{6}H^{5})^{4}$.
C pour 100...	75,16	75,22	75,27	76,14
H » ...	4,28	et 4,15	4,06	4,02

Nous sommes sans doute en présence d'une isomérie spaciale du dibenzoate anhydride mixte (formule IV) :



3° A, comme B, réagit sur le bicarbonate de soude, avec dégagement de CO^2. C'est l'indice probable de la présence d'un groupe carboxylé, mais pas une réaction certaine. En effet, dans des molécules de cette complexité, un des hydroxyles peut posséder une acidité suffisante pour décomposer les bicarbonates.

4° A, comme B, se décompose sous l'action de la chaux pour donner le 4.4'-dihydroxydiphényle.

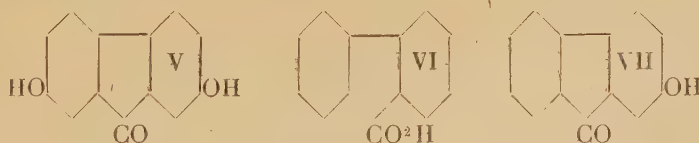
5° Le dosage des hydrogènes mobiles, effectué par la méthode Tchugaeff-Zerewitnioff, en milieu pyridique (la solubilité du produit dans l'oxyde d'amyle est insuffisante dans ce cas et ne donne pas de bons résultats) indique 19,82 et 20,54 pour 100 en méthane dégagé au lieu de 20,87 pour 3 OH, alors qu'il faudrait 27,83 pour 4 OH.

6° Les spectres d'absorption dans l'ultraviolet sont identiques.

7° L'action de PCl^5, sur A comme sur B, conduit au tétrachlorofluorène 2.7.9.9' (F. = 216°) et voici comment : il y a d'abord formation du chlorure d'acide, puis cyclisation en dihydroxyfluorénone (formule V) et enfin remplacement de l'oxygène cétonique et des deux hydroxyles par des atomes de chlore.

8° S'il en est bien ainsi, A, comme B, doit, sous l'action des déshydratants, donner la 2.7-dihydroxyfluorénone. Nous avons, en effet, préparé cette magnifique substance rouge (F. = 338°) [soluble dans les alcalis en bleu très pur; dibenzoate, fines aiguilles jaune citron (F. = 241°); oxime jaune orange (F. = 300°)] par action de $ZnCl^2$ sur les deux produits et ceci est tout à fait conforme à ce qui a été observé antérieurement par action de H^2SO^4 sur le 4-hydroxydiphényle-2'-carbonique qui donne la monohydroxyfluorénone et sur l'acide diphénylecarbonique lui-même qui conduit à la fluorénone.

En outre, le monosulfofluorène (F. = 155°), fondu de la même façon avec les alcalis, fournit un 4-hydroxy-2-carboxydiphényle (formule VI; F. = 180°). Dans cette réaction, le groupe sulfo est normalement remplacé par OH, le groupe méthylénique est oxydé par l'alcali en CO^2H et celui-ci reste fixé au noyau benzénique porteur de l'hydroxyle. Ce produit a été caractérisé par son analyse, le dégagement de CO^2 qu'il donne avec le bicarbonate, le dosage des deux hydroxyles; sa cyclisation, sous l'influence des déshydratants, en 2-hydroxyfluorénone (F. = 211°; formule VII). Ce composé est ainsi un isomère du 4'-hydroxy-2-carboxydiphényle de Graebe, qui aurait pu se former également dans notre réaction, le groupe carboxyle basculant dans le noyau benzénique ne portant pas d'hydroxyle, mais nous n'avons jamais pu déceler sa présence.



De toutes ces expériences, il résulte que l'action des alcalis sur le disulfofluorène suit la règle observée sur le sulfofluorène et le fluorène lui-même, ainsi que sur les dérivés correspondants fluorénoniques : formation d'un acide diphénylcarbonique, transformable à nouveau et très facilement en dérivé fluorénonique, par action des déshydratants.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les aryliminonaphtoquinones Acides arylaminooxynaphtalènesulfoniques.* Note [1] de MM. **R. Lautz** et **A. Wahl**, présentée par M. A. Haller.

La fonction quinonique des aryliminonaphtoquinones leur confère une grande aptitude à entrer en réaction. Nous avons déjà montré que la phénylimino-1-naphtoquinone-2 fixe avec une extrême facilité le reste de l'aniline en position 4. Mais là ne se borne pas sa faculté d'additionner d'autres molécules; c'est ainsi que les sels de l'acide sulfureux, notamment, réagissent sur les aryliminonaphtoquinones lorsqu'on les met en présence de celles-ci.

Ainsi, si l'on triture dans un mortier, à la température ordinaire, 40^{g} de phénylimino-1-naphtoquinone-2 fraîchement préparée, comme nous l'avons indiqué, avec 50 à 60^{cm^3} d'une solution de bisulfite de sodium du commerce, à 36° Bé, on constate que la couleur verte du dernier quinonique disparaît peu à peu. Le produit primitif fait place à un précipité gris cristallin, et quand la réaction est complète on ajoute une solution de carbonate de sodium à 10 pour 100 jusqu'à réaction alcaline. La solution filtrée, fournit par addition d'acide minéral un précipité blanc, cristallisé et dense qui, après essorage, peut être recristallisé dans l'alcool chlorhydrique étendu d'eau. On obtient ainsi des cristaux blancs très peu solubles dans l'eau, mais solubles dans les alcalis et leurs carbonates d'où les acides minéraux les régénèrent inaltérés. Leur analyse conduit à la formule $C^{16}H^{12}ON(SO^3H)$ d'un *acide phénylamino-1-oxy-2-naphtalènesulfonique* formé suivant la réaction :



$$C^{10}H^{6}\begin{cases}N.C^{6}H^{5}\\O\end{cases} + NaHSO_3 = C^{10}H^{5}\begin{cases}NH.C^{6}H^{5}\\OH\\SO^{2}Na\end{cases}$$

(trouvé % : S = 10,37, N = 4,2; calculé % : S = 10,16, N = 4,4).

Sel de potassium. — S'obtient en dissolvant l'acide libre dans une solution chaude et concentrée de carbonate de potassium; par refroidissement, le sel se dépose en cristaux extrêmement solubles dans l'eau [2].

La paratolylimino-1-naphtoquinone-2 soumise à la même réaction fournit

---

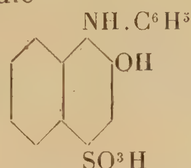
[1] Séance du 11 mai 1925.

[2] Trouvé pour 100 : K = 10,47; calculé, 11,05.

un acide sulfonique homologue du précédent, mais plus altérable, et dont les sels sont encore plus solubles.

La réaction du bisulfite de sodium sur les arylimino-1-naphtoquinones-2 consiste donc en une réduction et une sulfonation simultanées.

Par des réactions, que des questions de brevets nous obligent à ne publier qu'un peu plus tard, nous avons pu établir que le groupe SO^3H se fixe en position 4. La constitution de l'acide phénylaminooxynaphtalène précédent est donc exprimée par la formule



Il était naturel de rechercher si la sulfonation directe des arylaminooxynaphtalènes ne conduirait pas également à ces dérivés.

Si l'on introduit, par petites portions, 100^g de phénylamino-1-oxy-2-naphtalène sec et pulvérisé dans 500^g d'acide monohydraté maintenu vers 40-50°, on obtient une solution foncée. Elle est abandonnée pendant une nuit à la température ordinaire, une pâte est alors entièrement soluble dans le carbonate de sodium. La masse est versée sur 2^{kg} de glace, les grumeaux durs qui se précipitent sont essorés rapidement, car en les laissant réchauffer ils s'agglomèrent. Après lavage avec un peu d'eau glacée ils sont dissous dans du carbonate de potassium et la solution filtrée est précipitée par K Cl.

Le sel de potassium se dépose cristallisé, il est purifié par dissolution dans l'eau et finalement par recristallisation dans l'alcool étendu. On obtient des cristaux blancs faiblement teintés de brun, dont l'analyse correspond à un *phénylamino-1-oxy-2-naphtalènesulfonate de potassium* (trouvé pour 100 K = 10,72; calculé pour $C^{16}H^{12}ON(SO^3K)$, K = 11,0).

Ce sel correspond à un acide phénylaminooxynaphtalènesulfonique différent de celui décrit ci-dessus et dont il constitue un isomère. En effet le premier acide est cristallisé et très peu soluble dans l'eau, le second précipite sous forme huileuse et se dissout aisément dans l'eau en l'absence d'acide minéral. *Le sel de sodium* s'obtient comme le sel de potassium et forme des lamelles blanches, brillantes (trouvé pour 100 : S = 9,1; Na = 6,64; calculé : S = 9,49; Na 6,8).

Le *p*-tolylamino-1-oxy-2-naphtalène, sulfoné dans des conditions identiques, fournit un acide sulfonique isomère de l'acide *p*-tolylamino-1-oyx-2-naphtalène décrit plus haut. Son *sel de potassium* forme des cristaux

très solubles dans l'eau dont l'analyse correspond au *p-tolylamino-1-oxy-2-naphtalènesulfonate de potassium* (trouvé pour 100 : K = 10,45; calculé : 10,7).

Il résulte de ces faits qu'il peut exister deux séries d'acides monosulfoniques dérivés des arylamino-1-oxy-2-naphtalènes. Les uns s'obtiennent par l'action du bisulfite de sodium sur les aryliminonaphtoquinones et les autres par la sulfonation directe des arylaminoxynaphtalènes (1).

GÉOLOGIE. — *Existence de silex à Diatomées dans les caillasses du calcaire grossier des environs de Paris.* Note de M. **L. Cayeux**, présentée par M. H. Douvillé.

On a signalé depuis longtemps, sous le nom de *silex*, des accidents siliceux développés en milieu lagunaire et lacustre dans les environs de Paris. Tels sont, notamment, les silex des caillasses du calcaire grossier et du calcaire de Saint-Ouen. Dès que le milieu cesse d'être marin, la question de l'origine de la silice revêt un intérêt tout particulier. On en peut juger par l'analyse de certains silex des caillasses du calcaire grossier, c'est-à-dire d'une formation considérée par les géologues parisiens comme franchement lagunaire.

Tous les produits de silicification subordonnés aux caillasses ne résultent pas d'un phénomène d'épigénie du gypse, comme on a tendance à le supposer depuis les observations d'Haüy et d'une série d'auteurs (Munier-Chalmas et Michel Lévy, etc.), sur la nature pseudomorphique de ce que les anciens minéralogistes appelaient le « quartz grenu en cristaux lenticulaires ». Il en est qui sont la conséquence d'une substitution de la silice au carbonate de chaux, ainsi qu'en témoignent des restes plus ou moins importants du dépôt primitif, fixés en inclusions dans les silex.

Ces accidents se présentent en rognons et lits, toujours dépourvus de patine, et jouant un rôle très effacé en moyenne. Nombreuses sont leurs variétés. J'en retiens aujourd'hui une seule, fournie par les caillasses d'Essonnes en Seine-et-Oise. A la surface, la roche est incrustée de fossiles divers à l'état de moules silicifiés, et sur les cassures, elle met en évidence d'autres moules et des vides résultant d'une oblitération incomplète des cavités organiques.

(1) Voir le brevet français n° 560 017 du 28 octobre 1922.

Examinées avec le condenseur relevé, les coupes ne laissent pas soupçonner la moindre trace de microorganismes. Par contre, si l'on procède à leur analyse avec le condenseur fortement descendu, une infinité de sections se dégagent avec leur microstructure conservée, malgré la silicification complète du dépôt. Il est vrai de dire que le silex est pétri de restes organiques.

Des *Foraminifères* sollicitent les premiers l'attention. Règle générale, leurs représentants sont petits et caractérisés par un test finement perforé ou imperforé. Tous sont multiloculaires. Seules, quelques Miliolites ont pu être identifiées. Des dizaines d'individus, sans parler de leurs débris beaucoup plus nombreux, restent indéterminés, ce qui n'entraîne aucun doute sur leur attribution aux Foraminifères.

Le groupe des *Radiolaires* est réduit à un individu, pluriloculaire, en forme de cloche.

Quelques sections paraissent relever d'*Ostracodes* et de *Gastéropodes*.

De plus, il existe, en de nombreux points, des débris de réseau à mailles très fines, régulières, exceptionnellement ordonnées en files radiales, rappelant le réseau de la face valvaire de certaines *Diatomées*, telles que *Coscinodiscus*, etc. Des plages, où ces réseaux sont d'une grande fréquence, font songer au tripoli d'Oran. A la vérité, cette structure crée une forte présomption en faveur de la présence de Diatomées, sans suffire à elle seule pour en démontrer l'existence. La démonstration est fournie par de très rares individus, régulièrement limités en forme de calottes aplaties, ornées d'un semblable réseau et figurant des valves vues par leur face connective. Avec ces matériaux, on observe des pseudo-bâtonnets renflés à une extrémité, striés transversalement et munis d'un raphé apparent. D'autres, d'aspect scalariforme, ne peuvent être rapportés aux Diatomées qu'avec beaucoup de doute.

En somme, et je tiens à le bien souligner, les éléments qui se réclament avec certitude des Diatomées sont en nombre très restreint pour le moment. Mais il suffit que leur présence soit hors de discussion pour que ces Algues acquièrent une grande importance au point de vue pétrogénétique. C'est qu'en effet les transformations profondes subies par le dépôt et la destruction d'organismes nécessaires pour élaborer la silice des silex, laissent fort peu de chances à des carapaces de Diatomées, à la fois exiguës et d'épaisseur extrêmement réduite, de ne point disparaître jusqu'à la dernière. Qu'il s'en trouve encore quelques-unes, cela veut dire, si je ne me trompe, qu'il en existait beaucoup dès le principe.

Abstraction faite des menus débris organiques indéterminables qui sont légion, le fond de la roche se résout en calcédoine, cristallisée en fibres courtes, souvent accompagnées d'un peu de quartzine et, par places, d'opale mamelonnée, concentrée dans les cavités d'origine organique.

Contre toute attente, la roche procède d'une boue fine, calcaréosiliceuse, principalement caractérisée par des Foraminifères et Diatomées. Son origine est marine et non lagunaire.

L'existence des Diatomées est à retenir tout spécialement, non seulement en ce qu'elle nous met en présence d'une source insoupçonnée de silice organique pour le calcaire grossier, mais parce qu'elle pose nettement la question de leur intervention dans la genèse d'autres accidents siliceux qui n'ont pas encore reçu d'explication satisfaisante.

Par ailleurs, les organismes marins réunis dans les silex d'Essonnes font ressortir la nécessité d'une analyse minutieuse des caillasses, dont le caractère lagunaire ne revêt certainement pas, dans la région parisienne, la généralité absolue qu'on se plaît à leur attribuer.

MINÉRALOGIE. — *Sur une chlorite blanche de Madagascar.* Note de M. J. **Orcel**.

Cette chlorite a été trouvée récemment dans la région de Midongy de l'ouest, province d'Ambatofinandrahana (Madagascar). Son mode de gisement n'est pas encore connu avec précision. Elle est d'une homogénéité parfaite.

Les cristaux doivent en être très grands, à en juger par les lames reçues à la collection du Muséum, qui ont été découpées dans ceux-ci et ne mesurent pas moins de 10^{cm} de plus grande dimension. Sous l'épaisseur de 1^{mm}, ces lames ont une teinte légèrement ambrée, mais par clivage on obtient rapidement des lames incolores parfaitement transparentes; leur poussière est blanche. Elles sont de signe optique positif. Les axes optiques sont très rapprochés ($2E = 28$ à $30°$, $2V = 18$ à $19°$); la bissectrice de leur angle aigu est à peu près normale au clivage. Les indices ont pour valeur (raie D) : $n_g = 1,5904$; $n_m = 1,5754$ (calc.); $n_p = 1,5749$. La densité est de 2,735.

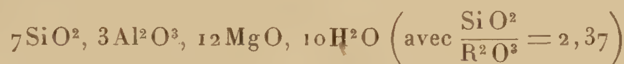
En raison de leur très faible teneur en fer, ces lames sont très bons isolants électriques, au même titre que le mica. Elles ne sont pas encore traversées par le courant à la tension de 15000 volts sous une épaisseur de $0^{mm},3$ environ.

L'analyse m'a conduit aux résultats suivants :

		Molécules.	Rapports moléculaires.
SiO^2	30,31	5051	$7 \times 0,72$
Al^2O^3	21,72	2129	$3 \times 0,71$
Fe^2O^3	»	»	
FeO	0,56	77	$12 \times 0,73$
MnO	traces	»	
MgO	34,63	8657	
H^2O +	13,30	7388	$10 \times 0,73$
	100,52		

L'étude du départ de l'eau dans le vide ([1]) montre qu'une fois l'eau hygroscopique éliminée, une première partie de l'eau de constitution se dégage à 540°; au bout de 40 heures de chauffage à 560° la vitesse de dégagement devient extrêmement faible; elle croît ensuite faiblement jusqu'à 700° environ, puis devient très grande entre 700 et 750°, et le reste de l'eau de constitution peut être chassé totalement à cette température.

L'analyse ci-dessus conduit à la formule empirique :



$$7SiO^2,\ 3Al^2O^3,\ 12MgO,\ 10H^2O\ \left(\text{avec } \frac{SiO^2}{R^2O^3} = 2,37\right)$$

qui est celle d'une leuchtenbergite, en convenant de donner ce nom aux chlorites blanches pour lesquelles le rapport $\frac{SiO^2}{R^2O^3}$ est compris entre 2,33 et 2,66.

Comme l'établit la comparaison des analyses inscrites dans le tableau ci-après, cette chlorite (analyse C) est très voisine de la leuchtenbergite d'Amity ([2]) (analyse A) et de celle d'Eichberg (analyse B) décrite par Redlich ([3]) sous le nom de rumpfite comme une espèce distincte ([4]), mais elle est beaucoup plus pauvre en fer que ces deux chlorites, et correspond presque exactement au mélange à 40 pour 100 d'antigorite, et 60 pour 100 d'amésite (analyse D) de Tschermak.

([1]) Cf. J. Orcel, *Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 1056, et *C. R. Congrès des Sociétés savantes*, Section des Sciences, Paris, 1925 (*sous presse*).

([2]) L. Sipöcz, dans Tschermak, *Ber. d. k. k. Akad. der Wiss., Wien*, **100** (1), 1891, p. 44.

([3]) K.-A. Redlich, *Centralbl. f. Miner.*, 1914, p. 737-741.

([4]) Ce nom ne doit pas en effet être conservé, car l'analyse de T. Panzer rectifiant celle de G. Firtsch qui créa l'espèce montre que la rumpfite originelle n'est autre qu'une leuchtenbergite po ur laquelle $SiO^2 : R^2O^3 = 5 : 2$.

L'analyse concorde d'une façon satisfaisante avec la composition centésimale (analyse E) calculée d'après la formule ci-dessus :

	A.	B.	C.	D.	E.
SiO^2	30,28	30,40	30,31	30,34	30,30
Al^2O^3	22,13	21,41	21,72	22,01	22,07
Fe^2O^3	»	1,24	»	»	»
FeO	1,08	0,91	0,56	»	»
MgO	34,45	33,54	34,63	34,66	34,65
Na^2O	»	0,20	»	»	»
K^2O	»	0,76	»	»	»
H^2O+	12,61	12,33	13,30	12,99	12,98
	100,55	100,79	100,52	100,00	100,00

Dans la théorie de M. W.-J. Vernadsky (¹) sur les alumosilicates, ces chlorites peuvent être envisagées comme des sels doubles acides correspondant au mélange suivant d'acides alumosiliciques complexes


$$2\,Al^2Si^2(OH)^{14} + Al^2Si^3O(OH)^{16}.$$

Le premier acide dériverait de l'anhydride $Al^2Si^2O^7$ par combinaison avec $7H^2O$; on peut le faire intervenir dans l'interprétation de la composition chimique des prochlorites; le second dériverait de l'anhydride théorique $Al^2Si^3O^9$, et serait l'un des deux acides des clinochlores.

Ces chlorites sont donc plus voisines des prochlorites que des clinochlores.

La leuchtenbergite de Madagascar, par la pureté exceptionnelle de ses lames constitue un excellent type de comparaison pour l'étude de la composition chimique et des propriétés physiques des chlorites blanches de ce groupe.

MÉTÉORITES. — *La météorite d'Olivenza (Espagne).* Note de M. **Fernandez Navarro.**

Le 19 juin 1924, à 8^h du matin, une météorite volumineuse est tombée dans la commune d'Olivenza (province de Badajoz), très proche de la frontière de Portugal. L'aérolite apparut comme une masse incandescente entourée d'un nuage blanchâtre, en laissant derrière elle une traînée assez persistante, également de couleur blanche, comparable à celle qu'aurait laissée une grande fusée. La direction de la trajectoire était environ NNE-

(¹) W.-J. Vernadsky, *Bull. Ac. Sc. Saint-Pétersbourg*, 6ᵉ série, 3, 1909, p. 1183-1202.

SSW. Dans sa marche, l'aérolite était accompagné d'un grand bruit que des témoins ont comparé à celui du moteur d'un aéroplane, et d'autres au tir continu d'une mitrailleuse; immédiatement avant la chute, deux ou trois fortes détonations se firent entendre.

Ces détonations doivent correspondre à autant d'autres explosions de la météorite dont on a trouvé des fragments dans cinq endroits distincts, répartis sur une bande étroite de 2^{km} de longueur, orientée du NNE au SSW. De tous les fragments, le plus gros (le seul dont la chute ait eu des témoins oculaires) et dont le poids total était d'environ 70^{kg}, s'est fracturé irrégulièrement dans la chute en trois morceaux inégaux; le point où il est tombé est le plus méridional des cinq connus. Par son choc contre le sol terreux il s'est produit un trou d'une profondeur de $0^{m},50$, avec un diamètre de même grandeur. Dans leur ensemble, tous les fragments de la météorite recueillis ont un poids total de 140^{kg}; presque tous (du moins les plus gros) se trouvent dans des Musées officiels, la plupart dans celui de Madrid.

La pierre a une couleur d'un gris cendré, sa cassure est grenue. Sur ce fond se détachent de petits globules (chondres) de couleur foncée, les uns mats (pyroxène) et d'autres vitreux et un peu verdâtres (olivine). On y aperçoit aussi de plus gros grains irréguliers, à éclat métallique, constitués par la pyrrhotite.

La croûte qui enveloppe cette météorite offre deux aspects, l'un est lisse, très noir, avec des bavures et des grains; l'autre, un peu rougeâtre, avec de grandes impressions digitales.

La densité moyenne résultant de plusieurs déterminations est de 3,453 à 3,456.

L'analyse chimique totale faite par les soins de M. Raoult a fourni les résultats suivants :

SiO_2	40,73	MnO	0,15
Al_2O_3	2,30	Cr_2O_3	0,14
Fe_2O_3	néant	{ S	{ 2,19
FeO	20,74	{ Fe	{ 3,82
MgO	25,16	Fe	0,77
CaO	2,09	Ni	0,41
Na_2O	0,92	Co	0,02
K_2O	0,33	Mn	traces
TiO_2	néant	P	néant
P_2O_5	0,19	—	0,04
			100,00

L'analyse spectrale réalisée par M. Martinez Risco ([1]), a révélé en outre des traces de Va, Sr et peut-être de Ba.

Examinée au microscope, la pierre apparaît comme une masse grenue à structure générale cataclastique enchâssant des chondres, généralement de petite taille, et des plages irrégulières de pyrrhotite parmi lesquelles on trouve exceptionnellement une très petite quantité de fer nickélifère. On y trouve aussi de petites plages d'un feldspath non maclé que l'analyse montre être un oligoclase acide.

Le minéral prédominant est l'olivine; elle forme des fragments irréguliers de dimensions très variables, à contours rarement granuleux. Le pyroxène est un hypersthène presque incolore, faiblement polychroïque; il forme des plages fendillées, et aussi de menus grains xénomorphes répandus dans toute la masse.

Les chondres, très abondants, sont constitués par le péridot ou l'hyperstène; il s'en trouve aussi de mixtes, et dans ce cas, de petits grains de péridot, orientés d'une façon irrégulière, apparaissent interposés dans un individu plus grand, unique, d'hypersthène. Les deux sortes de chondres peuvent être formées par un ou plusieurs individus cristallins et se trouvent d'ordinaire enveloppées dans une écorce continue du même minéral finement grenu, et entourées d'auréoles de grains de pyrrhotite.

Des données qui viennent d'être exposées, il résulte que cette météorite doit être rangée dans les chondrites à olivine et hypersthène (Prior).

Elle est remarquable par sa pauvreté en fer nickelé.

LITHOLOGIE. — *Des deux manières d'être des hydrocarbures dans les schistes bitumineux*. Note de M. **Jacques de Lapparent**, présentée par M. Fréd. Wallerant.

Les schistes bitumineux ne livrent aux dissolvants habituels des hydrocarbures qu'une très faible quantité des produits qu'ils sont capables de fournir par distillation. C'est là un fait bien connu dont peut rendre compte, en certains cas, l'examen micrographique.

L'un des sédiments qui donnent à la distillation la plus grande quantité d'huile, sorte de marne schisteuse connue sous le nom de *kuckersite* et provenant des horizons siluriens d'Esthonie, montre, à l'examen microgra-

([1]) *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 771.

phique, l'huile elle-même enfermée sous forme de gouttes dans de petites masses globuleuses homogènes, dont la nature minérale est attestée par leur résistance à la calcination et qui ont les propriétés optiques des phyllites écailleuses telles que argile ou chlorite.

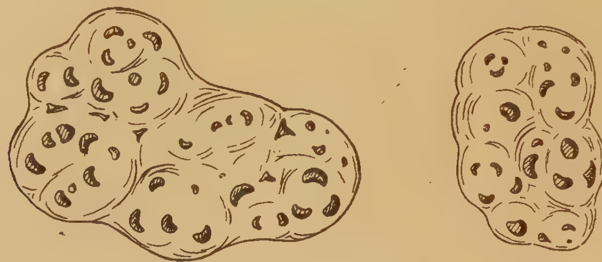
La forme fréquente « en croissant » des gouttes d'huile (figure) indique que celle-ci s'est logée, au départ de la matière minérale, dans des vides formés entre deux écailles de celle-ci; les écailles elles-mêmes étant en outre imprégnées d'huile qu'on ne voit pas directement. Des amas réunissant de nombreuses gouttes d'huile au sein des globules phylliteux ont l'apparence de corps organisés, et certains auteurs, faute d'avoir su se rendre compte de leur véritable nature, les ont décrits comme des algues du type des Protophycées (Zalessky, Lindenbeim). L'on doit faire justice de cette assimilation.

Traitée par les procédés habituels de pulvérisation des roches, la kuckersite garde son huile parce que celle-ci, en gouttes très menues, ne cesse d'être protégée par l'enveloppe minérale qui la contient; mais la chaleur, déshydratant le silicate alumineux, permet du même coup le départ de l'huile. Si l'on pouvait, en présence du solvant adéquat, porphyriser assez finement la roche pour atteindre une dimension de particules au plus égale à 5 millièmes de millimètre, on dissolverait directement l'huile qui se trouverait alors progressivement libérée.

Des schistes bitumeux sont fréquemment en relation avec les roches, souvent définies comme charbons, auxquelles est donné le nom de *boghead*, et l'on peut se rendre compte que la matière génératrice des hydrocarbures de ces schistes est précisément la même que celle qui constitue la masse principale du boghead. Cette matière forme des corps jaunâtres que certains auteurs décrivirent comme algues fossiles (*Pila* de Ch. E. Bertrand), mais dont l'examen pétrographique révèle la structure cristalline.

Ces corps jaunes, répartis dans la roche comme autant de masses contiguës ou isolées, noyées, avec des minéraux détritiques et quelques vestiges de spores, dans un ciment humique, montrent parfois une texture fibreuse rayonnante (fibres d'allongement négatif à extinction droite) dont le point de départ est un cristal de carbonate ou un débris de quartz situés à leur contact; mais plus habituellement ils sont formés de lames ou de fibres entre-croisées. Leur biréfringence est de l'ordre de celle du quartz. Par calcination, ils se décomposent et ne laissent pas de résidu appréciable. Il faut se les représenter comme des gels d'un composé défini essentiel-

lement hydrocarburé qui, précipité à l'état colloïdal, prit ultérieurement l'état cristallin.



Corps globuleux silicatés à gouttes d'huile de la kuckersite. Gr. : 800 diamètres.

Bien que le cas du boghead et des schistes qui en dérivent puisse paraître assez différent de celui de la kuckersite, il y a lieu de croire cependant que leurs hydrocarbures respectifs doivent leur naissance à des phénomènes originellement semblables, et l'on peut concevoir que dans la kuckersite même des gels organo-minéraux se sont primitivement formés mais qui devinrent, au lieu d'un seul composé cristallin, deux constituants distincts, l'un minéral, l'autre organique, qui, se séparant à partir du même complexe, restèrent intimement associés.

On comprend qu'en un cas de cette espèce, si des pressions interviennent, le composé fluide puisse quitter sa *roche mère* et émigrer au sein de sédiments poreux tels que sont des sables, tandis qu'il n'est qu'une décomposition qui puisse permettre, à partir des schistes de boghead, le départ des hydrocarbures.

BOTANIQUE. — *Les fascies axillo-cotylédonaires du Haricot de Soissons.* Note (¹) de M. **H. Bouygues**, présentée par M. Guignard.

Durant l'année 1924, en effectuant des recherches sur les tissus de cicatrisation, nous avons été amené à observer chez le *Haricot de Soissons* les fascies que Sachs (²), puis Blaringhem (³) ont signalées chez le *Haricot*

(1) Séance du 25 mai 1925.

(2) Sachs, *Physiologische Untersuchungen über die Keimung der Schminkbohne* (Phaseolus multiflorus) (*Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissens. Math.-Naturwissens. Classe,* 37, Sitzung von 7 Juli 1859, n° 17, p. 86).

(3) Blaringhem, *Mutation et traumatismes*, p. 93; *Les transformations brusques des êtres vivants*, p. 289.

multiflore et que M. Daniel [1] a photographiées sur le *Haricot de Soissons vivace*. Toutefois, comme ces anomalies n'avaient pas été, jusqu'ici, l'objet d'une étude spéciale et détaillée, il nous a paru intéressant d'entreprendre à leur sujet toute une série de recherches et, dans cette Note, nous allons résumer les premiers résultats acquis.

Lorsqu'on sectionne une très jeune tige de haricots de Soissons à sa sortie des cotylédons et tout à fait au voisinage de leur insertion sur ladite tige, on provoque, à chaque aisselle, le développement d'une formation dont l'allure varie avec le plant.

Sur un plan jeune en effet on peut avoir un des trois groupements suivants : deux fascies, ou une fascie et une tige normale ou bien deux tiges normales.

Ces fascies, expérimentalement obtenues, terminent leur région apicale par un massif d'aspect foliacé, dont la constitution, souvent méconnaissable à ce moment, devient au contraire fort nette avec l'âge. On y reconnaît alors soit l'ébauche de jeunes tiges, soit un mélange de tiges et de feuilles indépendantes de celles-ci. Ce dernier cas est plutôt rare. Par contre le premier est fréquent et généralement le nombre de tiges ainsi engendrées se réduit à deux. Dans la suite du développement, ces deux tiges s'accroissent également ou inégalement, ou bien l'une d'elles avorte tandis que l'autre continue sa croissance.

Contrairement à l'affirmation de Sachs, les fascies peuvent se produire encore lorsque le premier entre-nœud, ayant atteint une longueur de 4 à 6^{cm}, *est sectionné immédiatement au-dessous des premières feuilles*.

Un fait nous a frappé dans des opérations analogues précédées de l'ablation de l'un des deux cotylédons. Il arrive ainsi que le bourgeon axillaire du cotylédon intact se différencie en tige ordinaire alors que le bourgeon situé à l'aisselle du cotylédon enlevé évolue en fascie.

D'ailleurs la production de fascies peut s'effectuer encore lorsqu'on sectionne la jeune tige, sitôt après sa sortie des cotylédons et qu'on procède à l'ablation plus ou moins totale de ceux-ci. Toutefois, dans ce cas, le développement de ces anomalies est d'autant moins prononcé que les portions de cotylédons enlevées sont plus importantes.

Enfin, en supprimant les cotylédons, l'extrémité de la tige au-dessous des

---

[1] L. Daniel, *Nouvelles recherches sur les greffes herbacées* (*Revue bretonne de Botanique*, 1910-1913, pl. xxxix); *La question phylloxérique, le greffage et la crise viticole*, p. 269.

premières feuilles et en maintenant en activité le moignon de tige de 4 à 6^{cm} au-dessus des cotylédons, nous avons encore obtenu les trois groupements du premier cas.

De sorte que si la suppression des cotylédons et de l'axe, immédiatement au-dessus d'eux, ne provoque pas de fascies, par contre nous en obtenons avec l'ablation totale des cotylédons et le maintien en activité du moignon. Il semble donc que celui-ci remplace en partie les cotylédons dans leur rôle nourricier vis-à-vis de ces anomalies.

La propriété que possèdent le *Haricot de Soissons*, le *Haricot de Soissons vivace* et le *Haricot multiflore* de se prêter à la formation expérimentale de fascies, ne semble pas être partagée par toutes les Papilionacées. C'est ainsi, en effet, que chez *Ervum Lens*, *Pisum sativum*, *Vicia Faba*, il nous a été impossible, jusqu'ici, d'en provoquer. De même chez une Hippocastanée, *Æsculus Hippocastanum*.

L'étude de ces anomalies, que nous poursuivons encore actuellement, nous a poussé, pour compléter nos recherches de 1902 (1) et des années suivantes, à reconnaître l'origine, le mode de développement et de différenciation de leur système libéro-ligneux.

PHONÉTIQUE GÉNÉRALE. — *Principe de l'accord vocal, ou contribution à l'élaboration d'une théorie de l'émission normale de la voix chantée, et synthèse du mécanisme vocal correspondant.* Note (2) de MM. **Alfred Labriet** et **Raoul Husson**, présentée par M. G. Urbain.

I. Pour les besoins du chant, il est loisible de distinguer quatre parties dans l'organe vocal de l'homme :

1° Une soufflerie, constituée par l'appareil respiratoire.

2° Un mécanisme phonateur, constitué par le larynx.

3° Des cavités de renforcements. Ces trois premières parties ont été séparées par divers auteurs (3). *Une seule cavité* est susceptible d'être utilisée

(1) H. Bouygues, *Structure, origine et développement de certaines formes vasculaires anormales du pétiole des Dicotylédons* (*Thèse de doctorat ès sciences*, Paris, 1902).

(2) Séance du 25 mai 1925.

(3) Garnault, *Cours théorique et pratique de physiologie, d'hygiène et de thérapeutique de la voix*, p. 28. Maloine, 1876. — Marage, *Petit Manuel de physiologie de la voix*, p. 6, 1911.

à l'état normal de phonation : elle est constituée par le pharynx guttural et la bouche, le voile du palais étant relevé; nous lui donnons le nom de *résonateur normal*. Son volume et sa forme sont extrêmement variables avec la hauteur du larynx, les contractions musculaires pariétales, et les attitudes des organes de la quatrième catégorie; il peut ainsi s'accommoder au renforcement d'une gamme étendue des sons. Les autres cavités (pharynx nasal, fosses nasales et tissus) ne sont qu'accessoires; elles sont impropres au renforcement normal de la voix pour des raisons d'ordre physique et physiologique (leur volume est invariable ainsi que leur forme; la disposition tourmentée des fosses nasales est défavorable à un tel phénomène; les communications des tissus et des méats du nez sont trop difficiles); elles ne jouent un rôle que dans l'émission des voyelles nasalisées.

4° Des leviers de commande. Nous donnons ce nom aux organes qui, étant sous la dépendance plus ou moins directe de la volonté, règlent l'émission laryngienne, les déformations du résonateur normal, et la participation nasale. Ce sont : le maxillaire inférieur, la langue, l'orifice buccal et le voile du palais. Ce sont les manettes de réglage de la machine vocale, et c'est par leur intermédiaire que l'on corrige et que l'on dirige l'émission.

II. L'étude de l'émission chantée est rendue difficile par l'interdépendance des organes et la complexité des relations physiologiques qui la régissent; ces motifs limitent étroitement la valeur d'une étude purement empirique. Une théorie de l'émission est essentiellement une *théorie physique*, car si les données de la physiologie sont indispensables, elles sont insuffisantes.

La partie essentielle de cette étude est celle du résonateur normal. L'observation de plus de 500 sujets nous a montré que cette cavité possède la propriété, *lorsque certaines conditions sont réalisées*, de s'accorder spontanément sur certains harmoniques laryngiens, quelles que soient la voyelle et la note émise, et ceci sur une large étendue de notes. Nous disons, lorsqu'il en est ainsi, que *l'accord vocal* se réalise. Ces conditions sont : 1° Le quasi-accord préalable du résonateur normal sur le son émis, réalisé à l'aide de mouvements appropriés des leviers de commande; 2° la souplesse extrême des parois et des articulations, qui détermine une sorte de synchronisation ou accommodation spontanée, aisément contrôlable par l'oreille éduquée et l'œil (disparition de toute contraction musculaire inappropriée). La *tessiture* d'un organe est l'étendue des sons sur lesquels l'accord vocal est susceptible d'être réalisé sans effort excessif; son étendue

dépend de la puissance de la musculature qui réalise cette accommodation.

L'émission des voyelles comprend trois phénomènes superposés : 1° une émission laryngienne, fournissant un son complexe ou voyelle brute, dont le timbre est impropre aux besoins du chant; 2° une transformation acoustique dans le résonateur normal accordé. Certains harmoniques sont renforcés, d'autres étouffés ([1]). Le timbre acquiert ses qualités définitives. *C'est l'acte essentiel du chant.*

3° Des phénomènes aérodynamiques intenses, mais malheureusement difficiles à étudier et très variables avec les modes d'émission ([2]).

On peut dire que le chant n'est que l'*accord spontané*, réalisé par un automatisme musculaire qu'une éducation doit fournir, de nos cavités de renforcement sur les syllabes qui composent les œuvres vocales. Plus schématiquement, c'est la transformation des voyelles laryngies brutes par l'intervention du résonateur normal accordé.

III. Lorsque l'accord vocal se réalise spontanément dans un organe, nous disons que celui-ci est en *émission normale*. L'observation de plus de 500 sujets de toute nature nous a montré qu'il obéit alors à un mécanisme vocal déterminé, indépendant des sexes, des timbres et des tessitures, auquel nous avons donné le nom de *mécanisme physiologique et physique vocal normal*.

Ce mécanisme est constitué par les mouvements musculaires et les attitudes d'organes par lesquels nos leviers de commande réalisent le quasi-accord préalable du résonateur normal, première phase de l'accord vocal. Son unicité est une conséquence des propriétés de l'accord vocal, qui fait correspondre à chaque voyelle et à chaque note une attitude unique de l'ensemble de l'organe vocal.

Si, par une éducation méthodique, on l'impose à un organe, on accorde son résonateur. L'accord vocal se dessine aussitôt; il reste ensuite à l'améliorer, à le corriger, et à le stabiliser dans l'organe. L'enseignement de ce mécanisme vocal est donc la base d'une éducation vocale rationnelle, indépendant des sexes, des timbres et des tessitures.

([1]) Abbé Rousselot, *Principes de Phon. expér.*, 1, 1924, p. 183.

([2]) *Batailles sonores*, de l'abbé Rousselot, ouvrage cité, 2, p. 855.

PHYSIOLOGIE. — *Influence du fluor et de l'iode sur les fonctions de reproduction chez les rats et sur la croissance des jeunes.* Note de M. **P. Mazé**, présentée par M. Roux.

Les rats adultes nourris avec de la poudre de lait entier, préparée par pulvérisation et évaporation dans un courant d'air chaud, restent bien portants et se reproduisent normalement.

La poudre de lait écrémé suffit aussi à l'entretien des rats adultes, mais elle n'assure pas les fonctions de reproduction.

J'ai pensé qu'il est possible de donner à la poudre de lait écrémé la propriété que l'écrémage a supprimée, en l'additionnant d'aliments minéraux.

Puisque le lait écrémé renferme tous les éléments minéraux nécessaires à l'entretien des adultes, on peut supposer que l'écrèmage réduit un ou plusieurs de ces éléments dans des proportions telles que les quantités restantes, juste suffisantes pour faire face à la ration d'entretien, sont incapables d'assurer les fonctions de reproduction. Le fait que les animaux se maintiennent en bon état de santé indique que leur fécondité ne peut être obtenue que par l'apport des éléments minéraux qui exercent une influence directe sur les fonctions de reproduction.

J'ai admis pour diverses raisons que le phosphore, le fluor et l'iode doivent figurer au nombre de ces éléments. L'addition de ces corps à la poudre de lait écrémé ne saurait cependant corriger tous les défauts résultant de la suppression de la matière grasse; j'ai donc constitué les quatre types de rations ci-dessous, en mélangeant à la poudre de lait écrémé A, des proportions variables d'extrait de lait entier B :

$1 = A + 0$, $2 = A + B$ 5 pour 100, $3 = A + B$ 10 pour 100, $4 = A + B$ 25 pour 100.

L'extrait A renferme 0,35 pour 100 de matières grasses; l'extrait B en contient 25,53 pour 100. Les proportions des matières grasses pour 100 dans les 4 types de rations sont donc respectivement : 0,35, 1,60, 2,86, 6,64.

Quatre autres types 1', 2', 3', 4' ont été préparés en additionnant les précédents des composés ci-dessous dans les proportions indiquées.

Phosphate bicalcique	1	pour 1000
Fluorure de sodium	0,1	»
Iodure de potassium	0,05	»

Ces sels bien pulvérisés sont mélangés préalablement à 50^g de poudre de

lait écrémé dans le but de réaliser l'homogénéité des préparations. Les rations 2′, 3′, 4′ renferment donc une proportion de matières grasses légèrement plus faible que les rations 2, 3, 4.

Toutes les rations indistinctement sont additionnées de 40 pour 100 de leur poids de poudre de liège. La matière est légèrement humectée d'eau distillée de façon à former une pâte grumeleuse assez consistante à laquelle on incorpore, au moment de la distribution, 1^{cm^3} de suc de citron par rat et par jour. Les rations et le breuvage (eau distillée) sont fournis *ad libitum*.

Les expériences, commencées en octobre 1923, ayant montré bientôt que le phosphate bicalcique est superflu et que les proportions de fluor et d'iode peuvent être doublées, j'ai recherché l'influence de ces deux derniers corps, associés ou séparés, sur les fonctions de reproduction.

Les lots d'animaux comptent de 4 à 6 individus, les femelles étant, autant que possible, deux fois plus nombreuses que les mâles. Les animaux proviennent de l'élevage du laboratoire; j'ai choisi de préférence de jeunes sujets. Mais leur poids doit dépasser 80^g au moment où on les soumet à l'un des divers types de régime.

Les résultats acquis à l'heure actuelle sont les suivants :

I. Les animaux nourris avec les mélanges 1, 2, 3, 4 privés de sels ne se sont pas reproduits.

II. Les animaux alimentés par les mélanges 1′, 2′, 3′, 4′ ont donné en tout 14 portées comptant ensemble 75 petits; ces 14 portées comprennent à la fois les produits des lots qui ont reçu soit le mélange primitif des trois sels, soit le fluor et l'iode, associés ou séparés.

III. Le mélange 1′ est resté sans effet tant que la dose primitive des sels n'a pas été doublée.

IV. Les mélanges 1′, 2′, 3′ sont incapables d'assurer la lactation normale chez les mères de même que la croissance des petits. J'ai réussi à corriger ces défauts, en utilisant le mélange 2′ additionné de 8 pour 100 d'huile d'olive qui est on le sait à peu près exempte de facteur A ; la dose primitive d'iode et de fluor y est également doublée.

V. Le phosphate ajouté ne joue aucun rôle ; la reproduction est assurée aussi bien par l'iode et le fluor que par le mélange des trois corps.

VI. Les expériences relatives à l'influence individuelle de l'iode et du fluor sont en cours ; jusqu'ici, les résultats sont en faveur du fluor : 1 portée contre 0 à l'iode.

PHYSIOLOGIE. — *Masse protoplasmique active et albumines de réserve.* Note de M. T. **Kahn**, présentée par M. Henneguy.

La notion de masse protoplasmique active, notion ancienne qui a pris un nouvel intérêt à la suite des travaux de Bénédict, a été récemment l'objet de vives critiques. Dans son rapport sur le métabolisme basal, Terroine [1] écrit : « Il faut abandonner toute idée de considérer comme un élément important de la loi qui régit l'intensité du métabolisme basal chez les homéothermes, une variation quantitative et peut-être même qualitative de la masse active. » Et pourtant ce même auteur, essayant dans ce même rapport de formuler une loi régissant la dépense énergétique des homéothermes, débute ainsi : « *A égalité de masse active, définie* par le taux de l'azote total, etc.). »

Il faut en conclure que, même pour ses détracteurs, la notion de masse active reste indispensable pour exprimer, par rapport à une unité convenable, la grandeur des dépenses énergétiques et pouvoir évaluer l'influence des facteurs d'intensité.

Le poids brut étant indéfendable, quelle doit être l'unité de base? Quels pourront être les représentants de cette masse active? Les protides en sont-ils un représentant qualifié [2]?

Ils ne peuvent l'être que s'il n'existe pas de protides de réserve chez l'animal adulte. C'est là un point controversé depuis longtemps et non résolu; il a fait l'objet de discussions récentes. Le Breton et Schæffer [3] pensent qu'il existe notamment dans le muscle des protides de réserve qu'ils appellent albumines paraplasmatiques par opposition aux albumines protoplasmiques. Leur conception, née d'une représentation physico-chimique de la cellule, s'appuie à la fois sur des données morphologiques et physiologiques. Cette hypothèse, en accord avec l'opinion de beaucoup de physiologistes, a été vivement critiquée par Terroine [4] à l'aide des arguments suivants :

---

(1) E.-F. Terroine, *Le métabolisme de base* (Masson, éditeur, Paris, 1924, p. 70 et 74).

(2) Il reste entendu qu'un élément qui est représentatif de la masse active n'est pas la masse active elle-même.

(3) Le Breton et Schæffer, *Variations biochimiques du rapport nucléo-plasmatique* (Masson, Paris 1923).

(4) E.-F. Terroine, *loc. cit.*

1° S'il existait des albumines de réserve, les Mammifères de tailles différentes, appartenant soit à la même espèce, soit à des espèces variées, *auraient un taux différent d'azote total*. Nous ne saisissons pas la valeur de cet argument. Tout le monde sait que toutes les albumines contiennent 16 à 18 pour 100 d'azote total; le fait qu'une partie de ces albumines se comporterait comme des réserves ne changerait pas leur composition centésimale ni par suite le taux d'azote d'un organisme entier. On sait depuis longtemps que les légères différences de teneur en azote des organismes totaux ne tiennent qu'à leur inégale teneur en réserves grasses.

2° Au cours du jeûne « la cellule peut parfaitement diminuer de dimensions par une perte proportionnelle de tous ses éléments ». Ce second argument serait valable s'il était démontré par des faits expérimentaux. Mais voici celui qu'apporte Terroine : chez l'animal mort d'inanition le taux de l'azote est le même que chez l'animal normal; donc la composition d'un organisme mort d'inanition est identique à celle de l'animal normal (aux graisses près). Nous retrouvons ici la même supposition inadmissible réfutée plus haut : teneur en azote totale différente pour les albumines paraplasmatiques et protoplasmiques.

Depuis longtemps nous expérimentons dans des directions diverses pour savoir si la composition, soit des tissus, soit d'un organisme entier, varie au cours du jeûne par suite d'une perte inégale des différents constituants (albumine, créatine, phosphatides, acide nucléinique, etc.). L'ensemble de nos recherches et nos résultats numériques ne saurait être exposé ici. Le seul point que nous en voulons dégager est le suivant : Laissant de côté les graisses neutres et les hydrates de carbone (indiscutables matériaux de réserve), la disparition, au cours de l'inanition, des autres constituants de l'organisme, cités plus haut, ne se fait pas sous un régime tel que leurs proportions réciproques restent invariables. Tels éléments disparaissent plus vite que d'autres, en sorte que la proportion des seconds par rapport aux premiers augmente dans la cellule.

Les changements de composition seront plus ou moins grands suivant le tissu considéré et sa richesse en éléments paraplasmatiques.

Donnons un exemple d'expérience démontrant à notre avis qu'il y a dans le muscle des protides de réserve :

Nous avons analysé comparativement les muscles de la cuisse d'un lapin normal et d'un lapin inanitié ayant perdu 33 pour 100 de son poids. Animaux tués par saignée, lavés au Ringer par l'aorte. Muscles broyés, coagulés à l'ébullition par l'acide acétique à 1 pour 100; extraits par l'eau bouillante et par l'alcool à 95° (méthode de Janney).

On a dosé l'azote albuminoïde d'une part, l'azote purique des purines combinées d'autre part (¹). L'azote trouvé est transformé en protides en multipliant par 6,25. L'azote purique combiné a été transformé en acide nucléinique (140^{mg} d'azote purique correspondant à 1437^{mg} d'acide nucléinique). Nous avons fait le rapport de ces deux constituants avant et après le jeûne :

Animal normal. — Pour $11^g,725$ de protides secs on a $0^g,80$ d'acide nucléinique, soit pour 100^g de protides $0^g,684$ d'acide nucléinique.

Animal inanitié. — Pour $11^g,318$ de protides secs on a $0^g,108$ d'acide nucléinique, soit pour 100^g de protides $0^g,961$ d'acide nucléinique.

On voit donc qu'au cours du jeûne la proportion d'acide nucléinique par rapport aux protides a passé de 684 à 961, *soit une augmentation de* 40 *pour* 100. Schématisant, on peut dire qu'au cours du jeûne la vitesse de disparition des albumines musculaires l'emporte de beaucoup sur la vitesse de disparition de l'acide nucléinique; les albumines comparées à l'acide nucléinique se comportent comme des substances de réserve.

Mais si nous ne saisissons, dans l'exemple choisi, qu'une augmentation de 40 pour 100 de l'acide nucléinique par rapport aux albumines, c'est parce que nous rapportons cet acide nucléinique à l'ensemble des protides protoplasmiques et paraplasmatiques. Si l'on rapportait l'acide nucléinique à l'albumine paraplasmatique, c'est-à-dire à la fraction des protides se comportant comme réserves, on saisirait des variations de composition autrement considérables. Pour rendre possible un tel calcul nous avons essayé de distinguer les albumines proto- et paraplasmatiques entre elles, non par leur teneur en azote total évidemment semblable, mais par leur teneur inégale en certains acides aminés. C'est ce procédé qui nous permettra de démontrer l'évolution non seulement quantitative mais qualitative de la masse active, au cours de l'inanition. Nous pensons par les recherches citées aujourd'hui avoir prouvé l'existence de protides de réserve, et démontré par suite que les protides totaux ne sont pas un représentant qualifié de la masse active.

(¹) Notre technique de dosage des purines combinées, qui comporte des points spéciaux, sera publiée avec nos résultats expérimentaux.

PHYSIOLOGIE. — *Modifications que la cuisson détermine dans le métabolisme de la viande.* Note de MM. **Ch. Richet** fils et **R. Monceaux**, présentée par M. Charles Richet.

Il a été prouvé que les chiens nourris exclusivement à la viande cuite succombent, alors qu'ils vivent indéfiniment si on les alimente avec la viande crue. Il était intéressant de voir par l'analyse des urines s'il y avait ou non des troubles dans le métabolisme des matières protéiques. Les seules recherches qui, à notre connaissance, avaient été poursuivies dans cette voie sont celles de Galbraith et de Charles Richet.

Galbraith a montré que, pour une même quantité d'albumines ingérées (viande crue ou viande cuite), l'élimination d'urée est plus considérable quand ces albumines sont cuites.

Charles Richet a indiqué que le tuberculeux qui ingère du jus de viande en notable quantité fixe alors dans son organisme de l'azote et du phosphore. En même temps son poids corporel augmente.

Nous avons repris cette étude en la modifiant de la façon suivante :

Nous avons placé deux chiens pesant de 6 à 7^{kg} dans deux cages. Ils étaient alimentés avec 30^{g} de viande maigre de bœuf par kilogramme. Cette viande était soit crue, soit à demi cuite, soit bouillie 10 minutes ou 60 minutes, soit *surcuite* (60 minutes à 115°); et celle par périodes de 20 à 30 jours, sauf la viande bouillie qui fut donnée 100 jours de suite.

Les urines étaient recueillies dans un bocal additionné de thymol et entouré de glace. Les mensurations d'urine étaient quotidiennes; les analyses pratiquées en général une fois par semaine. Les méthodes d'analyse étaient les méthodes classiques. Nous ne pouvons donner ici que les moyennes des cinq ou six analyses que nous avons faites, sur chacun des deux chiens, avec chacun des régimes.

Tableau I. — *Élimination absolue par jour.*

	Volume de l'urine en cm³.	Urée.	Azote total.	Chlorures.	P^2O^5.	Acide urique (et bases puriques).	Rapport azoturéique.
Viande crue	129	12,13	6,39	0,166	0,785	0,434	89
Viande à demi cuite	257	14,82	7,79	0,197	1,221	"	88
Viande bouillie (10 minutes)	168	18,91	8,40	0,36	0,778	0,248	84
Viande bouillie (60 minutes)	285	15,34	9,65	1,18	0,94	0,30	76,6
Viande *surcuite* (115°-60 minutes)	142	16,90	8,50	0,322	1,238	0,247	83,63 (¹)

(¹) Ce rapport représente la quantité d'azote uréique pour 100 d'azote total.

Ou en faisant égal à 100 le chiffre obtenu dans l'alimentation avec la viande crue :

TABLEAU II. — *Élimination centésimale.*

	Volume.	Urée.	Azote total.	Chlorures.	P^2O^5.	Rapport azo-turéique
Viande à demi cuite...........	200	121,9	122,1	119	158	99
Viande bouillie (10 minutes). .	130	147	131	217	99	94
Viande bouillie (60 minutes). .	221	126	152	711	120	88
Viande *surcuite* (115°-60 min.).	110	139	133	194	170	94 (¹)

Ainsi, si l'on compare les chiens à alimentation normale (c'est-à-dire nourris avec de la viande crue) aux chiens alimentés avec de la viande *surcuite*, on voit que ceux-ci éliminent en plus 39 pour 100 d'urée; 70 pour 100 d'acide phosphorique; 94 pour 100 de Na Cl. Cependant ils ingéraient la même quantité d'albumine, de phosphore et de chlorures.

Nourris avec de la viande bouillie une heure, ils éliminent en plus : 26 pour 100 d'urée; 20 pour 100 d'acide phosphorique et 700 pour 100 de chlorure de sodium.

L'élimination plus considérable de phosphore et d'azote ne s'explique que par une dénutrition azotée. L'élimination exceptionnelle en chlorures ne s'explique que par une disparition progressive des chlorures en réserve dans l'organisme, réserves faibles, mais non pas insignifiantes.

Il est curieux de voir que l'élimination hydrique varie considérablement avec le régime; en particulier si l'on donne de la viande à demi cuite ou de la viande bouillie une heure, il y a polyurie manifeste; cette polyurie ne paraît pas en rapport direct avec l'élimination des chlorures de l'urée ou de l'ensemble des bases puriques et acide urique.

Il nous paraît que la conclusion de nos recherches peut ainsi se formuler : *le métabolisme de la viande crue est plus parfait que celui de la viande cuite.*

De là quelques inductions diététiques qu'on peut formuler ainsi :

1. Dans le groupe des affections hépatiques, où il y a toujours troubles du métabolisme azoté, on diminuera ces troubles en donnant la viande crue.

2. Dans les affections rénales, il y a avantage à donner de la viande très cuite. On favorisera ainsi à la fois la déchloruration et l'élimination hydrique.

(¹) Ce rapport représente la quantité d'azote uréique pour 100 d'azote total.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'hypertrophie compensatrice après castration unilatérale, chez le coq domestique.* Note [1] de M. J. BENOIT, présentée par M. Widal.

Ribbert (1890) et ses élèves ont montré que l'ablation d'un testicule déterminait, chez de jeunes lapins, une croissance hypertrophique du testicule restant. Ribbert pense qu'il s'agit là d'une « hypertrophie compensatrice » du testicule. Bouin et Ancel (1903) confirmèrent ce fait chez le porc cryptorchide : la castration unilatérale peut entraîner, lorsqu'elle est faite chez de jeunes sujets, le doublement du volume du testicule restant. Lipschutz (1922-23) reprit les expériences de Ribbert. Il constata que le testicule du lapin ne s'hypertrophie pas lorsque l'opération est pratiquée chez l'adulte. Chez les sujets opérés dans le jeune âge, le testicule restant peut peser, quelques mois après l'intervention, deux fois plus que chacun des testicules des témoins. Mais cette différence de poids s'atténue progressivement avec le temps, et, plus d'un an après la castration unilatérale, le testicule n'est guère plus volumineux que celui des sujets témoins. Lipschütz en conclut que l'ablation d'un testicule a simplement hâté la croissance de l'autre organe. L'hypertrophie constatée est passagère ; elle n'est pas « compensatrice ».

J'ai entrepris chez le coq des expériences de castration unilatérale, qui montrent que, lorsque l'ablation d'un testicule est pratiquée assez tôt, elle détermine non seulement une accélération de croissance du testicule restant — ce qui réaliserait seulement une hypertrophie passagère — mais bien aussi une réelle hypertrophie compensatrice. Les résultats de quelques-unes de ces expériences, effectuées sur des coqs Leghorn dorés (D) et Leghorn blancs (L) sont donnés dans le tableau ci-contre.

Considérons tout d'abord les quatre premiers sujets. J'ai pratiqué sur eux une laparotomie exploratrice, et prélevé un fragment de testicule, 2 mois et demi après la castration unilatérale de D-3 et D-18. Le testicule restant des sujets opérés était notablement plus volumineux (deux fois environ) que chacun des testicules des sujets témoins. De plus il était à un stade plus avancé de la prespermatogénèse. La castration unilatérale

(1) Séance du 25 mai 1925.

a donc accéléré, comme c'est le cas chez les Mammifères, la croissance du testicule restant. D'autre part la pesée de ce dernier, à l'autopsie, montre qu'il a subi en outre une réelle hypertrophie (¹). Le testicule unique de D-3 pesait $39^g,2$, c'est-à-dire plus que les deux testicules réunis de chacun des témoins. Rapportée au poids du corps $\left(\frac{T}{P}\right)$, la masse de ce testicule est plus considérable $\left(\frac{1}{56}\right)$ que celle des deux testicules (²) des témoins $\left(\frac{1}{77} \text{ et } \frac{1}{75}\right)$.

Sujets.	Age au moment de l'opération.	Poids du test. enlevé.	Age à l'autopsie.	Poids du sujet à l'autopsie (P).	Poids test. à l'autopsie (T).	$\frac{T}{P}$.
D-10 (normal)...................	〃	〃	1 an 1 m.	2380^g	$30^g,8$	$\frac{1}{77}$
D-126 »	〃	〃	1 an 2 m. 15 j.	2480	33,25	$\frac{1}{75}$
D-3 (castré unilat.)...............	18 jours	$0^g,009$	1 an 1 m.	2210	39,2	$\frac{1}{56}$
D-18 »	20 jours	0,012	1 an 1 m.	2210	28,2	$\frac{1}{79}$
L-12 (normal)....................	〃	〃	9 m. 5 j.	1185	11,5	$\frac{1}{107}$
L-13 (castré unilat.).............	2 mois	0,018	9 m. 16 j.	1280	19,3	$\frac{1}{66}$
L-26 »	7 mois	3,68	1 an 9 m. 15 j.	1620	9,9	$\frac{1}{160}$
L-18 »	7 m. 26 j.	12,16	1 an 9 m.	1940	13,5	$\frac{1}{140}$
D-8 (castré presque complètement)...	18 jours	$>\frac{29}{30}$ des 2 test.	11 m. 17 j.	2010	28,4	$\frac{1}{70}$

Il en est de même pour L-13, castré unilatéralement à l'âge de 2 mois. Le testicule restant de cet animal pesait, à l'autopsie, beaucoup plus ($19^g,3$) que les deux testicules du témoin L-12 ($11^g,5$).

Les résultats sont tout autres quand la castration unilatérale est pratiquée tardivement. Le testicule de L-18, enlevé à 7 mois 26 jours, avait déjà atteint à ce moment son développement complet et pesait $12^g,16$. A l'au-

(¹) Cette hypertrophie est due à une augmentatiou de longueur et peut-être de nombre des tubes séminifères, mais non pas à une augmentation de leur calibre.

(²) Les testicules de ces sujets témoins D-10 et D-126, âgés de plus d'un an, ont atteint leur développement maximum.

topsie, c'est-à-dire 1 an et 1 mois plus tard, l'autre testicule ne pesait pas sensiblement davantage : $13^g,5$. Il n'y a donc pas eu d'hypertrophie testiculaire. Quant au sujet L 26, il fut opéré à 7 mois, alors que ses testicules n'avaient pas encore atteint leur taille définitive (poids du testicule enlevé : $3^g,68$). Le testicule restant ne subit cependant aucune hypertrophie compensatrice pendant les 14 mois qu'il continua, seul, à se développer : il pesait, à l'autopsie, $9^g,9$.

Une expérience de castration presque totale m'a procuré un résultat intéressant, concernant la capacité de développement du parenchyme testiculaire jeune. D-8 fut castré bilatéralement à 18 jours. Un petit fragment de testicule, certainement inférieur à $\frac{1}{30}$ de la masse totale des deux organes, avait cependant été épargné. Ce fragment se développa en un volumineux nodule, qui pesait autant à l'autopsie ($28^g,4$) que deux testicules normaux bien développés.

Ces expériences montrent que, lorsque la *castration unilatérale* est pratiquée assez tôt, à un moment où les testicules ne sont pas encore très développés, le testicule restant présente non seulement une *accélération de croissance*, mais encore une réelle *hypertrophie compensatrice;* à la fin de son évolution, il pèse autant que les deux testicules d'un sujet témoin. Au contraire, lorsque l'opération est effectuée à un moment où les testicules ont déjà subi un accroissement notable, le poids qu'atteint le testicule restant, à la fin de son développement, n'est pas supérieur à celui qu'il aurait obtenu si l'organe homologue n'avait pas été enlevé. Le tissu testiculaire possède donc, quand il est suffisamment jeune, et seulement dans ce cas, des *potentialités de développement supérieures* à celles qui se manifestent normalement; et ces potentialités ne se réalisent que lorsqu'on enlève, chez de jeunes sujets, une partie du parenchyme testiculaire. Il semble que, normalement, les testicules se développent jusqu'à ce que soit atteint un certain rapport quantitatif, qui correspondrait à une sorte d'*équilibre entre le tissu testiculaire et l'organisme.* Lorsqu'on diminue, assez précocement, la quantité du parenchyme testiculaire, ce qui reste de testicule croît plus que de coutume, jusqu'à atteindre la masse correspondant à cet état d'équilibre.

CYTOLOGIE. — *Les amibocytes du Lombric à l'état quiescent et à l'état actif.* Note de MM. E. **Fauré-Fremiet** et **J. Murakami**, présentée par M. Henneguy.

État quiescent. — Les amibocytes du Lombric apparaissent sur les coupes histologiques comme des cellules irrégulièrement discoïdes ou sphérulaires; cet aspect décrit par A. Dehorne (¹) correspond à l'état quiescent, et cet auteur décrit un réseau spongioplasmique colorable analogue au « linome » de certains leucocytes d'Invertébrés, et contribuant à la formation des pseudopodes pétaloïdes de Rosa (ptéropodes de Dekhuizen) lorsque cette cellule passe *in vitro* à l'état actif, c'est-à-dire à la forme de « choanoleucocytes ».

L'observation attentive des amibocytes immédiatement après l'extraction de la lymphe, ou sur les coupes de Lombric, lorsqu'ils sont encore dans la cavité générale, montre que leur masse « irrégulièrement discoïde » ou sphérulaire est, en réalité, profondément incisée et découpée en digitations courtes, serrées, de longueurs sensiblement égales, entourant une zone centrale qui renferme le noyau et le corps central presque toujours bien visible comme une petite masse homogène. Nous n'avons vu que rarement, et peu développés, les filaments astériens décrits par Joseph autour de cette sphère, et nous n'avons pas observé le réseau spongioplasmique de Dehorne. Après fixation par les liquides de Regaud, de Champy et de Weigl, nous avons constaté, par contre, l'existence d'un chondriome très développé, formé par des filaments flexueux et contournés constituant de longues boucles dans les digitations cytoplasmiques.

État actif. — Lorsque les amibocytes subissent *in vitro* et très rapidement (²) la transformation qui les amène à l'état de « choanoleucocytes », les digitations se fusionnent, la cellule forme une masse indivise dans laquelle les longs chondriocontes se fragmentent aussitôt en mitochondries granuleuses, puis de larges expansions lamellaires de cytoplasma hyalin se développent à un pôle et donnent l'aspect en corolle décrit par Goodrich.

(¹) A. Dehorne, *Sur les expansions pétaloïdes des leucocytes des Chétopodes; le linome; le monaster neuro-moteur* (*Comptes rendus*, 180, 1925, p. 333).

(²) Fauré-Fremiet, *État quiescent et état actif chez les amibocytes d'Arénicole* (*Comptes rendus*, 180, 1925, p. 396).

Les liqueurs iodo-iodurées et l'acide osmique fixent très exactement ces lames hyalines dont l'épaisseur est extrêmement faible, et qui, dépourvues de toute espèce d'inclusions, telles que les mitochondries, sont difficiles à suivre dans leurs replis compliqués. Parfois, la coupe optique d'un plissement simule l'existence d'un épaississement marginal, et explique, comme le montre Goodrich, les aspects erronés figurant, dans les descriptions antérieures, des lames « pétaloïdes » indépendantes. Nous n'avons jamais observé le cordon décrit par Dehorne « qui, passant d'un pétaloïde à l'autre sans s'interrompre, et en reproduisant leurs ondulations, apparaît comme un anneau compliqué avec des parties enroulées en spirale » et qui dériverait du spongioplasma.

Lorsque les choanoleucocytes s'étalent sur le verre du porte-objet, ils couvrent une surface considérable par rapport à leur diamètre primitif; la région centrale, avec le noyau et la sphère, conserve seule, pendant quelque temps, une épaisseur encore sensible. Après fixation au liquide de Weigl, on constate l'existence dans cette région de granulations fuchsinophiles que l'on ne peut identifier qu'aux mitochondries; mais celles-ci, sous l'effet d'un étalement excessif sans doute, apparaissent dans la région périphérique comme des plaques circulaires nettement colorables encore; elles peuvent enfin disparaître en laissant autant d'espaces vides dans un fin réseau protoplasmique, et Léo Loeb a fait des constatations analogues sur les amibocytes de *Limulus* largement étalés. La zone hyaline correspondant aux lames pétaloïdes demeure parfaitement homogène, et très faiblement colorable; quelques plissements permettent d'en mieux saisir les limites.

États physiques des amibocytes. — En utilisant les fines aiguilles du micromanipulateur de Chambers on constate que les amibocytes à l'état quiescent sont relativement rigides; on peut cependant étirer leur protoplasma en filaments assez tenaces et dépourvus d'élasticité. Lorsque la cellule s'est transformée en choanoleucocytes, dans la lymphe, ou dans NaCl à 7 pour 1000, on remarque que les lamelles hyaloplasmiques non étalées sur le verre sont flexibles et élastiques; leur rigidité se manifeste aisément quand on appuie sur leur extrémité avec une aiguille, ou par l'intermédiaire d'un courant liquide; mais si l'on transperce avec l'aiguille de verre le corps de la cellule, les lames pseudopodiques se désagrègent très rapidement en une masse granuleuse.

Sous l'action de $CaCl^2$ en solution $\frac{N}{10}$, le cytoplasma hyalin devient visqueux; le contact des aiguilles suffit à transformer les lames pétaloïdes

en gouttes hyalines, ou bien en filaments et réseaux d'aspect myélinique qui peuvent être isolés et persister dans le liquide. Si l'on emploie une solution hypotonique $\left(\frac{N}{20}\right)$ de $CaCl^2$ au moment où l'amibocyte se transforme, la cellule se gonfle et, tandis que les granulations mitochondriales peuvent être colorées par le violet dahlia dans la région centrale, une phase visqueuse et réfringente se sépare dans le cytoplasma sous forme de gouttelettes qui peuvent confluer en une couche externe et que l'on peut étirer en filaments de très grande longueur. Les lames pseudopodiques déjà formées présentent dans ce cas des propriétés identiques.

Conclusions. — D'après ces faits la formation des pseudopodes pétaloïdes, d'ailleurs très peu mobiles, ne nous semble pas liée à l'existence d'un *appareil neuro-moteur;* on pourrait l'interpréter comme représentant la séparation d'une phase cytoplasmique à rapprocher des substances dites *myéliniques*, cette séparation pouvant être à la fois exagérée et modifiée dans certaines conditions expérimentales.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'aspéruloside, glucoside nouveau retiré de l'Aspérule odorante.* Note de M. **H. Hérissey**, présentée par M. Guignard.

Dans un travail publié en 1920 avec Bourquelot [1], j'ai démontré l'existence, dans l'Aspérule odorante, de principes glucosidiques dédoublables par l'émulsine, l'un de ceux-ci devant être considéré comme le générateur de la coumarine, qui apparaît au cours de la dessiccation ou par broyage du végétal. Au cours de nouvelles recherches dont le détail paraîtra dans un autre Recueil, j'ai isolé de l'Aspérule un glucoside nouveau, auquel j'ai donné le nom d'*aspéruloside*.

Extraction de l'aspéruloside. — On a utilisé comme matière première les parties aériennes d'Aspérule odorante récoltées en mai, au début de la floraison. La plante est traitée par l'alcool bouillant; l'extrait alcoolique obtenu après distillation de l'alcool est repris par l'eau. La solution aqueuse distillée fournit un extrait qu'on épuise par l'éther acétique qui n'enlève pas sensiblement de glucoside à coumarine. Les liqueurs éthéroacétiques convenablement concentrées et additionnées d'éther ordinaire laissent, après amorçage, cristalliser l'aspéruloside [2], dont le rendement en

(1) *Comptes rendus*, 170, 1920, p. 1545.

(2) Les premiers cristaux d'aspéruloside ont été obtenus en utilisant un mode d'extraction un peu plus complexe qui sera décrit ailleurs.

produit brut est d'environ $0^g,50$ par kilogramme de plante fraîche. Le glucoside est purifié par recristallisation dans l'éther acétique, puis séché à l'air.

Propriétés de l'aspéruloside. — L'aspéruloside cristallisé, séché à l'air, se présente sous forme de longues aiguilles incolores, brillantes, soyeuses, rappelant en masse l'aspect de la caféine. Il est combustible sans résidu. Il perd à 105-110°, 4,36 pour 100 de son poids. Il fond à 126-127°. Il est assez soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool et l'éther acétique froids, insoluble dans l'éther.

Le pouvoir rotatoire a été déterminé sur deux échantillons différents; il n'y a pas de polyrotation :

$$\text{I.}\quad [\alpha]_D = -195°,59 \,(v = 40^{cm^3},\ l = 2,\ p = 0^g,7941,\ \alpha = -7°,46')$$
$$\text{II.}\quad [\alpha]_D = -195°,43 \,(v = 22^{cm^3},\ l = 2,\ p = 0^g,3377,\ \alpha = -6°).$$

Rapporté au produit anhydre, le pouvoir rotatoire serait donc sensiblement de — 204°,4.

L'aspéruloside n'est pas azoté. Il ne réduit pas les liqueurs cupropotassiques.

Hydrolyse par les acides. — I. Une solution aqueuse renfermant, pour 100^{cm^3}, $1^g,5881$ d'aspéruloside et 2^g d'acide sulfurique, contenait, après chauffage de 3 heures au bain d'eau bouillante, $0^g,7070$ de sucre réducteur, exprimé en glucose, soit 44,51 pour 100 de glucoside primitif. La rotation était alors $+48'$ ($l = 2$) (calculé pour $0^g,7070$ de glucose *d* : $+44',5$).

II. Une solution contenant, pour 100^{cm^3}, $1^g,3954$ d'aspéruloside et $0^g,90$ d'acide sulfurique, renfermait, après 2 heures d'hydrolyse, $0^g,6014$ de sucre, soit 43,03 pour 100 de glucoside et avait une rotation de $+40'$ (calculé pour $0^g,6014$ de glucose : $+37',8$).

Au cours de l'hydrolyse, les liqueurs se colorent d'abord en vert, puis laissent déposer un précipité noir brun, de poids variable suivant les conditions de l'expérience, résultant incontestablement de l'altération du produit (*aspéruligénol*) qui est uni au sucre dans l'aspéruloside ; on constate en même temps une odeur assez spéciale rappelant celle observée au cours de l'hydrolyse acide de l'aucubine, glucoside de l'*Aucuba japonica* L.

Dédoublement par l'émulsine. — L'aspéruloside est dédoublable par l'émulsine avec mise en liberté de sucre réducteur et apparition d'un précipité brun qui entraîne, au moins partiellement, le ferment mis en œuvre. La production de ce précipité explique le noircissement de l'Aspérule odorante, au cours d'une mauvaise dessiccation.

Une solution aqueuse à $0^g,9926$ pour 100^{cm^3} avait, après 93 jours d'action de l'émulsine, une rotation de $+26'$ (calculé pour $0^g,4880$ de glucose : $+28'$) et une teneur en sucre de $0^g,4480$, soit 45,14 pour 100 de glucoside.

Le pourcentage en sucre obtenu dans le dédoublement fermentaire se confond donc, aux erreurs d'expérience près, avec celui observé dans l'hydrolyse acide (44,51 et 43,03 pour 100).

La *cryoscopie*, dans l'eau, de l'aspéruloside cristallisé a donné

$$M = 18,5 \times \frac{1,550}{0^\circ,07} = 409,6.$$

L'aspéruloside, chauffé avec de l'alcool additionné d'une trace d'acide chlorhydrique, donne une coloration vert bleu qui rappelle beaucoup la coloration bleue fournie par l'aucubine dans les mêmes conditions. Les phénomènes observés au cours des hydrolyses acide et fermentaire rapprochent d'ailleurs beaucoup l'aspéruloside de l'aucubine. D'autre part, des recherches encore inédites m'ont montré que l'on rencontre dans le règne végétal un certain nombre de glucosides, autres que l'aucubine et l'aspéruloside, fournissant par hydrolyse des précipités noir brun tout à fait analogues à ceux qui proviennent de ces deux derniers composés. En présence de tels précipités, l'extraction à l'état pur du glucoside qui les engendre permet seule de préciser avec certitude la nature chimique de ce dernier.

BIOLOGIE. — *Quatre générations d'*Artemia arietina *S. Fisch.* Note de M. **Alphonse Labbé**, présentée par M. Henneguy.

Une femelle mure d'*Artemia salina* L. var. *arietina* S. Fisch, originaire des salines du Croisic, a été isolée fin septembre 1924. Parmi les métanauplius développés de sa ponte, l'un d'eux a été isolé, et j'ai pu mesurer et suivre ses courbes de croissance, courbes singulières que je décrirai ultérieurement; cet individu, encore une femelle, mourut le 25 janvier 1925. Au 18 février, j'eus plusieurs nauplius et pus suivre le développement de l'un d'eux, jusqu'au 12 mai, date de sa mort; enfin, au 22 mai, j'eus une quatrième génération qui continue à évoluer.

Le développement étant parthénogénétique, nous avons, en somme, une *lignée pure*, où, pendant quatre générations, les caractères *arietina* se sont maintenus d'une façon remarquable. Cette lignée nous a montré un certain nombre de points intéressants, dont je ne noterai ici que quelques-uns.

Les recherches de Bateson, Samter et Heymons, Artom, Abonyi avaient abouti à cette conclusion, considérée actuellement comme classique, que les diverses variétés d'*Artemia salina* L., obtenus expérimentalement par Schmankewitsch (1874-1877), ne constituaient pas, comme l'avait cru le zoologiste russe, des formes spécifiques héréditaires, des espèces distinctes, mais de simples variables œcologiques nées sous l'influence directe ou indi-

recte de la concentration saline : pour les mendeliens, ce sont de simples *somations*.

Il était cependant singulier qu'on ne trouvât dans la même localité que la même forme d'*Artemia*; et plusieurs auteurs, dont Evans, avaient déclaré n'avoir jamais trouvé toutes les formes décrites par Schmankewitsch. Artom avait différencié les *Artemia* de Cagliari, toujours sexuées, pourvues de 21 tétrades au stade synapsis (nombre diploïde $= 42$) des *Artemia* de Capodistria parthénogénétiques, et ayant d'après Brauer et Petrunkwitsch 84 chromosomes dans l'œuf mûr (168 après refusion du deuxième globule polaire). On a même fait des sous-genres pour certaines formes locales américaines ou asiatiques. Au Croisic, je n'ai jamais rencontré que la forme *arietina*, avoisinant d'ailleurs *Milhausenii* par le petit nombre de ses soies caudales (1-5). Giard et Daday de Dees ont fait la même constatation au Pouliguen, dont les salines continuent celles du Croisic. Jamais je n'ai trouvé la forme *principalis* Simon. La lignée que je viens d'exposer confirme ce fait.

D'autre part, d'après la théorie classique, la forme de l'adulte est déterminée par la composition de l'environnement à un moment donné, et dans une saline où les variables changent perpétuellement nous devrions trouver toutes les formes décrites par Schmankewitsch. Il n'en est rien, et nous en avons une confirmation dans les conditions du développement de notre lignée. La première génération vivait dans une eau sursalée d'un P_H avoisinant 8,6. La deuxième évolua dans un P_H qui descendit graduellement de 8,6 à 8,2. La troisième vécut dans un P_H que je fis descendre progressivement de 8,25 à 7,8; enfin j'élève la quatrième dans un P_H ascendant, de 7,8 à 8,4 (taux actuel où je veux la maintenir).

Ces grandes variations dans l'alcalinité du milieu n'ont apporté aucune modification aux caractères des individus qui sont resté *arietina*.

Il me paraît donc absolument prouvé que les individus sur lesquels j'ai expérimenté ont des caractères fixes, stables, irréversibles, et que *A. arietina* S. Fisch, du Croisic, est une bonne espèce.

Comment expliquer alors les résultats que les auteurs antérieurs et moi-même (1922-1924) avions obtenus et qui semblent en contradiction formelle avec ces conclusions? Un certain nombre d'autres cas de races locales, que je ne puis mentionner ici, nous donnent la clef de cette énigme apparente.

Lorsque le milieu agit sur un *individu en croissance*, il se produit une *postadaptation réactionnelle* qui se confond avec l'ancienne adaptation

lamarckienne; l'individu présente des variations somatiques, non fixées dans le patrimoine héréditaire, mais qui peuvent se maintenir, si le milieu qui leur a donné naissance, garde une certaine stabilité.

Lorsque le milieu agit sur un *individu en puissance*, il se produit une *adaptation germinale* qui peut aussi bien donner, par *allélogenèse*, des *allomorphes* plus *réversibles* qu'*irréversibles*. Ces derniers seuls peuvent, dans un milieu sans cesse changeant, maintenir une race locale définitivement stable; et c'est là vraisemblablement ce qui se produit normalement au Croisic; les individus sur lesquels j'ai expérimenté forment une population d'allomorphes irréversibles [1].

Comme j'ai fait des constatations analogues pour un certain nombre d'animaux de diverses espèces, et afin d'éviter la nomenclature trinominale qui, ici, n'aurait aucun sens, nous emploierons désormais les formules suivantes :

Pour la forme irréversible : *Artemia arietina* S. Fisch. Pour la forme réversible : *A. arietina* ($\rightleftharpoons$ *A. principalis*, Simon).

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *Avitaminose* C *et cholestérinémie*. Note [2] de MM. **Mouriquand, Leulier, Michel, Idrac**, présentée par M. Widal.

Depuis plus d'un an nous avons institué une série de recherches pour élucider, si possible, la répercussion de l'avitaminose C sur la composition du sang du cobaye.

Nous avons observé les résultats suivants :

1° La teneur en fer du sang des sujets humains ou des animaux scorbutiques s'abaisse nettement pendant la période d'avitaminose C pour revenir, rapidement à la normale, au cas d'ingestion, même tardive, d'aliments frais. Le taux du fer sanguin suit l'évolution du scorbut [3].

2° La glycémie du cobaye normal et celle du cobaye scorbutique n'offrent pas d'écarts suffisants pour permettre de tirer une conclusion autre que celle-ci : l'avitaminose C aiguë ne provoque pas, chez le cobaye, de troubles profonds de la glycémie [4].

---

[1] Il faut ajouter que ces individus provenaient de la même saline, et que, par conséquent, la population était homogène.

[2] Séance du 25 mai 1925.

[3] Mouriquand, Leulier, Michel, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 86.

[4] Mouriquand, Leulier, Michel, *C. R. Soc. Biol.*, Lyon, **92**, 1925, p. 271.

La présente Note a trait à la cholestérinémie du cobaye sain et du cobaye carencé. Sans vouloir citer tous les travaux ayant trait au métabolisme de la cholestérine, nous rappelons que le pourcentage sanguin varie en plus ou en moins dans des circonstances physiologiques ou pathologiques variées : alimentation, âge, intoxications, infections diverses.

Des circonstances banales comme la chaleur prolongée ou le froid seraient même capables (Parturier) de provoquer des augmentations ou des diminutions notables. Il était donc très légitime de rechercher quelle pourrait être l'influence du scorbut aigu ou chronique expérimental sur la cholestérinémie.

Tout d'abord, nous avons déterminé le taux de la cholestérinémie chez le cobaye normal, par la méthode colorimétrique de Grigaut.

Nous avons noté les chiffres suivants, par litre de sang :

	Cobayes mâles.		Cobayes femelles.
	0,40		0,37
	0,43		0,68
	0,38		0,57
	0,50		0,52
	0,40		0,21
	0,44		0,38
	0,44		0,33
	0,40		0,37
Moyenne......	0,42	Moyenne......	0,43

Nos chiffres sont tout à fait comparables à ceux publiés par Grigaut.

Nous ferons remarquer toutefois qu'il est bien difficile d'établir une moyenne permettant de conclure à l'hypo ou à l'hypercholestérinémie, lorsque l'on voit des chiffres extrêmes comme 0,21 et 0,68 concourir à la formation d'un chiffre moyen.

Voici les résultats observés pour le sang prélevé chez des cobayes à des jours différents de la maladie. Tous étaient atteints, avec plus ou moins d'intensité, des lésions caractéristiques observées en pareil cas.

Cobayes mâles.	g	*Cobayes femelles.*	g
22ᵉ jour...............	0,38 0,55	22ᵉ jour...............	0,31 0,16
24ᵉ jour...............	0,68 0,50	24ᵉ jour...............	0,39 0,38
46ᵉ jour...............	1,00	44ᵉ jour...............	0,44
Moyenne	0,62	Moyenne	0,33

Chez trois cobayes, carencés chroniques, c'est-à-dire ayant le régime suivant : orge, foin, jus de citron stérilisé, nous avons noté ces taux de cholestérine par litre : 0,39 (mâles), 0,37-0,46 (femelles).

Conclusions. — L'avitaminose C, aiguë ou chronique, ne semble pas exercer d'influence nette sur la cholestérinémie; car, si nous notons des chiffres extrêmes tels que 0,16 et 1^g par litre, ces écarts ne sont pas plus étonnants que ceux notés chez les cobayes normaux : 0,21-0,68.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Modifications structurales du poumon sous l'influence des grandes décompressions barométriques.* Note de M. **Raoul Bayeux**, présentée par M. Desgrez.

Paul Bert attribuait les accidents de la décompression à la seule diminution de la tension de l'oxygène. A cette théorie physico-chimique, certains auteurs modernes (Kronecker, Heger, Spehl, Desguin) ont substitué une théorie mécanique, qui rapporte tous les troubles à la congestion pulmonaire et à la dilatation consécutive du cœur droit. Cependant, la cause matérielle initiale de cet embarras circulatoire paraît leur avoir échappé.

J'ai pensé qu'on pourrait la découvrir par l'étude histologique de poumons d'animaux ayant vécu en atmosphère raréfiée. Dans ce but j'ai poursuivi, depuis trois ans, des expériences, d'abord à l'Observatoire du mont Blanc, en 1922, puis au Laboratoire Vallot, à Chamonix (1923 et 1924) pendant toute la saison d'été. De plus, en 1923, j'ai pu, de nouveau, étudier des lapins et des cobayes ayant séjourné au mont Blanc. J'ai ainsi recueilli les pièces de poumons de 45 animaux (31 cobayes et 14 lapins), les uns ayant séjourné au mont Blanc, les autres ayant été soumis à la décompression à Chamonix.

Mon appareil de décompression me permettait de faire vivre sous cloche, un temps quelconque, les animaux auxquels j'ai pu imposer, sans les tuer, des atmosphères de plus en plus raréfiées, jusqu'à la limite extrême correspondant à une altitude de 11000^m, atteignant ainsi le plafond des plus hautes envolées d'aviation. Aux divers paliers, j'ai recueilli des pièces pulmonaires et j'ai pu faire plus de 40 préparations histologiques variées.

Les animaux décomprimés, aussi bien que ceux du mont Blanc, furent sacrifiés par saignée rapide. Les poumons, vivement enlevés, furent plongés en morceaux dans le liquide fixateur de Zenker, qui conserve les hématies

dans leur forme naturelle. Les colorations furent faites, soit à l'hématéine-éosine, soit au Van Giesen.

Or, à l'examen de tous ces poumons, j'ai trouvé une lésion spéciale, caractéristique. *Elle consiste en une hypertrophie des parois de l'alvéole.* Elle ne s'étend pas au delà du sphincter de la bronchiole acineuse, et ne se rencontre nulle part ailleurs dans la muqueuse de l'arbre bronchique. Les seules cellules qui conditionnent ce processus sont les cellules nucléées de l'épithélium respiratoire, c'est-à-dire les éléments nobles du poumon par l'intermédiaire desquels se font les échanges de la respiration. Aucun autre élément histologique du poumon ne subit une telle transformation ; ces cellules elles-mêmes ne sont le siège d'aucune adultération : elles s'accumulent simplement dans les parois alvéolaires où les baigne une certaine quantité de sérosité. Par endroits, on voit également la paroi s'épaissir par une véritable plicature de plusieurs parois voisines.

La conséquence immédiate de cette modification histologique, c'est le rétrécissement, parfois même l'obstruction totale, de la cavité alvéolaire. Enfin, l'hypertrophie détermine encore une lésion tissulaire : c'est *l'écrasement des vaisseaux capillaires périalvéolaires*. C'est cette lésion qui explique l'hyperhémie constatée par les divers auteurs, ainsi que la pléthore sanguine des vaisseaux émanant du cœur droit, comme la dilatation du cœur droit lui-même; la nappe d'évacuation sanguine se trouvant barrée en divers endroits, la gêne circulatoire s'établit en proportion de l'importance du barrage. Quant aux régions d'hypertrophie, *elles sont, au contraire, en état d'ischémie.* L'hématose est totalement supprimée dans ces territoires.

Les lésions que j'ai décrites sont disséminées sans ordre. Elles sont d'autant plus étendues que l'animal a été décomprimé plus longtemps et a subi une décompression plus forte. Leur apparition est d'autant plus rapide que la décompression a été plus poussée : ainsi, je les ai constatées sur des poumons d'animaux ayant été soumis à la pression correspondant à celle qui règne à l'Everest, pendant 6 heures seulement. Au mont Blanc, je ne les ai constatées qu'au bout de 2 jours (c'est la date où se produit le mal de montagne). Dans ce dernier cas, les îlots étaient clairsemés et sans coalescence.

La persistance de ces lésions est aussi plus ou moins longue selon la durée de la décompression ou du séjour en haute altitude. Des cobayes ayant été soumis à l'atmosphère de 7500^{m} en ont présenté jusqu'au 7e jour; par contre, des lapins redescendus du mont Blanc n'en présentaient plus au 4e jour.

Les parois alvéolaires redeviennent minces et les capillaires réapparaissent. Des ruptures pariétales peuvent cependant persister, créant ainsi des poches d'emphysème. Mais jamais je n'ai vu d'œdème pulmonaire exsudatif, sauf sur deux animaux qui avaient séjourné au mont Blanc en 1922 avec moi au milieu d'une terrible tourmente et d'un froid intense. C'est là une lésion due uniquement au froid : de même que l'infarctus, on a eu le tort de la décrire comme une lésion de la décompression. La partie non hypertrophiée des poumons est d'ailleurs le siège d'une hyperhémie : on y voit des capillaires gorgés de sang. Mais c'est là encore un accident secondaire.

Je crois donc pouvoir énoncer les propositions suivantes : 1° *La lésion essentielle, primitive, déterminée dans le poumon par la décompression barométrique, consiste dans l'hypertrophie pariétale des alvéoles*, qui se complique d'un rétrécissement de la cavité alvéolaire et de l'écrasement des vaisseaux capillaires ; 2° *Tous les phénomènes cardio-vasculaires sont secondaires à cette lésion initiale.*

Cette notion acquise peut expliquer certains troubles notés chez les aviateurs (dilatation cardiaque, bronchites persistant longtemps après les expéditions). Elle pourrait amener à l'emploi raisonné des masques à pression, pour les courses en très haute atmosphère, telles que l'ascension de l'Everest, où les inhalations simples d'oxygène n'ont pas suffi.

MÉDECINE. — *Sur la signification de l'électrocardiogramme.* Note [1] de M. F. Henrijean, présentée par M. d'Arsonval.

On cherche aujourd'hui encore quelquefois à expliquer les phénomènes de l'électrocardiogramme en s'appuyant sur la donnée classique de la production d'un courant électrique allant, dans un muscle en travail, du point au repos au point qui se contracte. Sans doute, on a depuis longtemps observé que les ondes P et R de l'électrocardiogramme sont précontractionnelles et qu'elles n'ont, par conséquent, aucun rapport direct avec la contraction cardiaque? Mais, il n'en est pas de même de l'onde T qui apparaît pendant la systole ventriculaire et finit avec elle. Les interprétations que l'on a tenté de donner de l'origine de cette onde sont très nombreuses et leur nombre même témoigne de leur insuffisance. C'est ainsi que

(1) Séance du 27 avril 1925.

l'on a successivement invoqué l'action de la contraction musculaire elle-même, puis, qu'il se faisait pendant sa durée une charge nouvelle d'excitation; on a imaginé enfin que l'onde T résultait d'une déformation du muscle, etc.

On savait cependant que l'électrocardiogramme peut se produire, avec tous ses caractères, quand le cœur a cessé de battre; mais, sans doute, dominés par les idées courantes, les auteurs ont-ils pensé que l'électrocardiogramme traduisait, encore en ce moment, des phénomènes musculaires peu visibles, mais néanmoins réels.

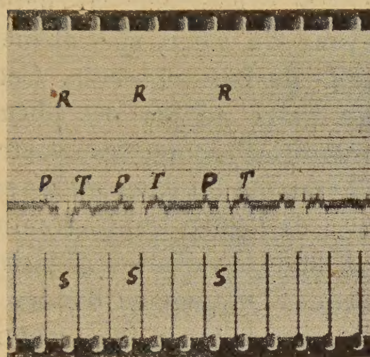
Au cours de très nombreuses recherches sur l'action des médicaments cardiaques ou des hypnotiques sur le cœur, nous avons observé, durant l'arrêt complet de celui-ci, des électrocardiogrammes présentant une netteté très grande et des caractères spéciaux, susceptibles d'éclairer singulièrement le mécanisme de leur formation.

C'est ainsi qu'en procédant avec précaution on peut voir sur le cœur arrêté des électrocardiogrammes qui diffèrent essentiellement des normaux par le développement de l'onde T qui devient égale ou supérieure à R; cette ondulation est en outre brève et rapide comme R. On doit admettre que la contraction musculaire cardiaque a pour effet d'abaisser l'onde T et d'en allonger notablement la durée.

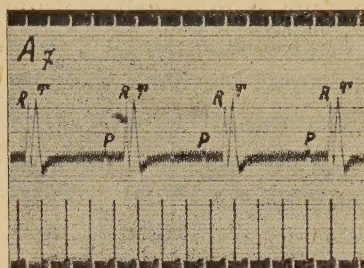
Si l'on considère la direction du courant de l'électrocardiogramme (*fig.* I) on doit admettre que la contraction musculaire (variation négative) a pour effet d'abaisser la hauteur de l'onde T et d'en ralentir la progression. Si l'on pousse l'intoxication par les hypnotiques assez loin pour effacer toute trace d'électrocardiogramme (*fig.* IV) on peut, par certaines substances, par l'adrénaline par exemple, ramener l'électrocardiogramme, *sans que le cœur se remette à battre* (*fig.* II et V). Cet électrocardiogramme présente une onde T égale à R; l'adrénaline agit sur ce qu'on appelle le cœur primitif, alors que le cœur musculaire ne répond plus. Le procédé de d'Arsonval du téléphone musculaire permettra d'établir l'arrêt total du cœur.

Lorsque les ondes R et T sont ainsi égalisées, les substances comme la caféine (*fig.* III) par exemple abaissent l'onde T par leur action musculaire, si le muscle n'est pas complètement paralysé. L'étude des médicaments cardiaques est également capable de jeter quelque lumière sur le mécanisme de la formation de l'électrocardiogramme. C'est ainsi que la digitale produit des modifications très spéciales. Sous l'influence de ce toxique on voit l'électrocardiogramme se caractériser d'abord par l'exis-

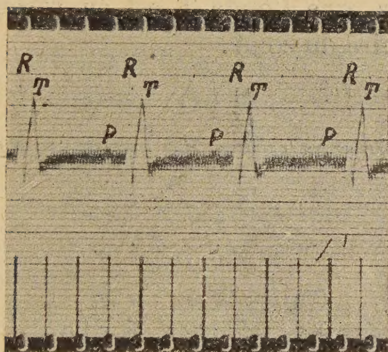
tence des ondes P répétées, avant que ne se produise une onde R (bloc); alors, lorsque l'électrocardiogramme est complet, il présente toujours la forme sinusale, c'est-à-dire une succession des ondes P, R, T, le pouls étant cependant ralenti. Or, si l'on ralentit le pouls en excitant le X, on



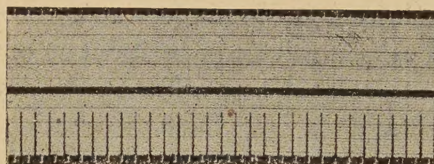
I



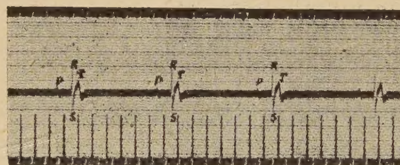
II



III



IV



V

I. Tracé ECG normal. — II. Tracé ECG du cœur arrêté. — III. Même tracé après action de la caféine. IV. Arrêt total des ECG. — V. Retour de l'ECG par action d'adrénaline, mais cœur arrêté.

constate qu'avec une excitation moyenne, dans les pulsations ralenties, les reprises se font selon le type sinusal (PRT) ou selon le type ventriculaire (RPT), suivant la force d'excitation. Avec la digitale, malgré le ralentissement, la reprise se fait toujours selon le type sinusal.

Par des expériences nombreuses, nous avons montré que par l'administration de KCl, injecté dans la veine, on peut produire la reprise selon le type ventriculaire, après l'emploi de la digitale.

Nous avons, dans des expériences avec le strophantus, déterminé la paralysie totale de X et nous avons montré que les effets de ce toxique sur le X cessaient complètement par l'emploi de KCl.

Beaucoup d'autres faits semblent bien autoriser la conclusion que le muscle cardiaque, dont la contraction n'est pas sous la dépendance d'un nerf moteur, comme celle des muscles du squelette, se contracte par l'action d'une force électromotrice, née dans les noyaux du cœur, spécialement dans le nœud de Tawara, comme cela résulte de faits observés. Cette force électromotrice naît vraisemblablement grâce au jeu des phénomènes électrocapillaires. Cette force électromotrice donne les électrocardiogrammes du cœur arrêté; l'électrocardiogramme du cœur en travail est alors une résultante de deux composantes : de l'électrocardiogramme du cœur primitif, connu par ces expériences, et de la variation négative, résultant de la contraction musculaire cardiaque. On peut en donner le diagramme par la comparaison de deux termes connus; leur somme algébrique en donne le tracé.

Les faits relatés permettent en outre une conclusion pratique : il semble, contrairement aux affirmations des auteurs, que l'onde T est en raison inverse de la force de la contraction musculaire du cœur.

M. J. Basset adresse une Note intitulée *Immunisation des bovidés par la toxine symptomatique*.

La séance est levée à 15h40m.

A. Lx.

ERRATA.

—

(Séance du 30 mars 1925.)

Note de M. *P. Bugnon*, Homologies foliaires chez la Violette odorante : sépales et pétales :

Page 1043, ligne 5, *au lieu de* n'affecte que le limbe des feuilles végétatives, *lire* n'affecte que le limbe de certaines feuilles embryonnaires et florales et jamais le limbe des feuilles végétatives.

(Séance du 18 mai 1925.)

Note de M. *F.-E. Fournier*, Propriétés générales de la houle satellite simple entretenue par la translation des carènes de formes favorables à leurs grandes vitesses :

Page 1451, formules du n° 6, *au lieu de* $\frac{l}{4} = 0,25$, $\frac{l}{4} = 0,1$, $\frac{l}{4} = 0,137$, *lire* $\frac{l}{L} = 0,25$, $\frac{l}{L} = 0,1$, $\frac{l}{L} = 0,137$.

Note de M. *Deslandres*, Recherches complémentaires sur la structure et la distribution des spectres de bandes :

Page 1456, ligne 2 du paragraphe II, *au lieu de* Récemment, j'ai repris l'étude des spectres de bandes, *lire* Récemment j'ai repris l'étude des spectres de bandes infra-rouges.

Page 1458, ligne 7 du paragraphe de la vapeur d'eau et à la troisième colonne, *au lieu de* 2299, *lire* 7299.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LES SÉANCES DE MAI 1925.

Biologia y plasmogenia; Botanica; Zoologia; Mineralogia y geologia, par ALFONSO L. HERRERA. Mexico, Herrero Hermanos, 1924, 1925; 4 vol. 22^{cm}.

Archives d'histoire naturelle; I : *Recherches ornithologiques dans la province de Quangtri (centre Annam) et quelques autres régions de l'Indochine française*, par JEAN DELACOUR et PIERRE JABOUILLE. Paris, Société nationale d'acclimatation de France, 1925; 1 vol. 24^{cm},5.

Reports on the results of dredging under the supervision of Alexander Agassiz, in the gulf of Mexico (1877-1878), in the Caribbean sea (1878-1879), and along the Atlantic coast of the United States (1880), by the U. S. Coast survey steamer « Blake ». XLVIII : *Les macroures marcheurs*, par E.-L. BOUVIER. Cambridge (U. S. A.), 1925; 1 vol. 30^{cm},5.

U. S. department of agriculture. *Six lectures on the investigations at Rothamsted experimental station*, by ROBERT WARINGTON. Washington, Government printing office, 1892; 1 vol. 23^{cm}.

Agricultural investigations at Rothamsted, England, during a period of fifty years. Six lectures delivered under the provisions of the Lawes agricultural trust, by JOSEPH HENRI GILBERT. Washington, Government printing office, 1895; 1 vol. 23^{cm}.

Rothamsted experimental station, Harpenden. *Guide to the experimental plots.* London, John Murray, 1914; 1 fasc. 25^{cm}.

Manuring for higher crop production, by E. JOHN RUSSELL. Cambridge, University Press, 1917; 1 vol. 22^{cm},5.

The fertility of the soil, by E. J. RUSSELL. Cambridge, University Press, 1921; 1 vol. 17^{cm}.

A student's book on oils and manures, by E. J. RUSSELL. Cambridge, University Press, 1921; 1 vol. 20^{cm},5.

(*A suivre.*)